

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

542220

(43) 国際公開日  
2004年12月29日 (29.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/114561 A1

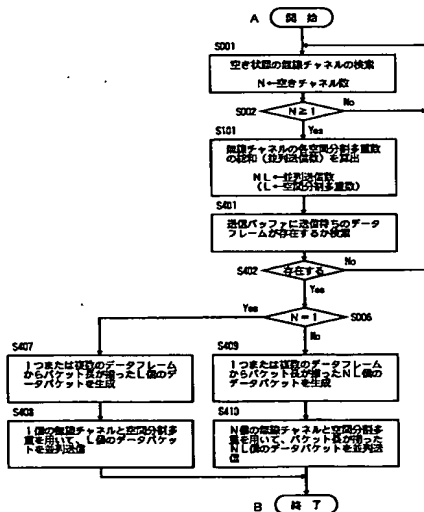
- (51) 国際特許分類: H04J 1/00, 15/00, H04L 1/00, 12/56, 29/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008910
- (22) 国際出願日: 2004年6月18日 (18.06.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-173949 2003年6月18日 (18.06.2003) JP  
特願2003-173922 2003年6月18日 (18.06.2003) JP  
特願2003-173914 2003年6月18日 (18.06.2003) JP  
特願2003-199229 2003年7月18日 (18.07.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 永田 健悟 (NAGATA, Kengo) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 熊谷 智明 (KUMAGAI, Tomoaki) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 大槻 信也 (OTSUKI, Shinya) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 斎藤 一賢 (SAITO, Kazuyoshi) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 相河 聡 (AIKAWA, Satoru) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 太田 厚 (OHTA, Atsushi) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 蛭川 明則 (HIRUKAWA, Akinori) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内

[続葉有]

(54) Title: RADIO PACKET COMMUNICATION METHOD AND RADIO PACKET COMMUNICATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 無線パケット通信方法および無線パケット通信装置



A... START  
S001... SEARCH FOR OPEN RADIO CHANNELS  
N IS NUMBER OF OPEN CHANNELS  
S101... CALCULATE TOTAL NUMBER OF SPACE DIVISION MULTIPLEXES OF RADIO CHANNEL (NUMBER OF PARALLEL TRANSMISSIONS)  
NL IS NUMBER OF PARALLEL TRANSMISSIONS  
(L IS NUMBER OF SPACE DIVISION MULTIPLEXES)  
S401... DETERMINE WHETHER DATA FRAME WAITING FOR TRANSMISSION IS EXISTENT IN TRANSMISSION BUFFER  
S402... EXISTENT  
S407... PRODUCE L DATA PACKETS HAVING EQUAL PACKET LENGTH FROM ONE OR MORE DATA FRAMES  
S408... PARALLEL TRANSMIT L DATA PACKETS BY USE OF ONE RADIO CHANNEL AND SPACE DIVISION MULTIPLEXES  
S409... PRODUCE NL DATA PACKETS HAVING EQUAL PACKET LENGTH FROM ONE OR MORE DATA FRAMES  
S410... PARALLEL TRANSMIT NL DATA PACKETS HAVING EQUAL PACKET LENGTH BY USE OF N RADIO CHANNELS AND SPACE DIVISION MULTIPLEXES  
B... END

(57) Abstract: An open channel and space division multiplex are used to transmit data packets between two radio stations capable of concurrently using both a plurality of radio channels and space division multiplexes. When at least one open channel is detected, a plurality of data packets corresponding to the total number of space division multiplexes of the open channel are produced from one or more data frames, and the open channel and space division multiplexes are used between the two radio stations to transmit, in parallel, the plurality of data packets having an equal packet length.

(57) 要約: 複数の無線チャネルと空間分割多重との併用が可能な2つの無線局の間で、空きチャネルと空間分割多重を用いてデータパケットを送信する。このとき、少なくとも1つの空きチャネルを検出した場合に、1つまたは複数のデータフレームから空きチャネルの各空間分割多重数の総和に相当する複数のデータパケットを生成し、2つの無線局の間で空きチャネルと空間分割多重を用いて、パケット長が揃った複数のデータパケットを並列送信する。



Tokyo (JP). 井上 保彦 (INOUE, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 古谷 史旺, 外 (FURUYA, Fumio et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿1丁目19番5号 第2明宝ビル9階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

## 5 技術分野

本発明は、2つの無線局の間で、複数の無線チャネルや空間分割多重を利用して複数のデータパケットを並列送信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

## 10 背景技術

従来の無線パケット通信装置では、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、データパケットの送信に先立って当該無線チャネルが空き状態か否かを検出（キャリアセンス）し、当該無線チャネルが空き状態の場合にのみ1つのデータパケットを送信していた。このような制御により、1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができた（(1) IEEE802.11 "MAC and PHY Specification for Metropolitan Area Networks", IEEE 802.11, 1998、(2) 小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB SDT-T71 1.0版、（社）電波産業会、平成12年策定）。

このような無線パケット通信装置において、最大スループットを向上させるために、例えば1無線チャネルあたりの周波数帯域の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化する方法がある。

しかし、例えば文献（飯塚ほか、IEEE802.11a 準拠 5GHz帯無線LANシステム —パケット伝送特性—、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月）の中でも指摘されているように、パケット衝突回避のためには、パケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率（無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比）が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であ

った。

これに対して、1無線チャネルあたりの周波数帯域を拡大することなく最大スループットを向上させる方法として、空間分割多重技術（黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P2001-96, RCS2001-135(2001-10))の適用が検討されている。この空間分割多重技術は、複数のアンテナから同じ無線チャネルで同時に異なるデータパケットを送信し、対向する無線局の複数のアンテナに受信された各データパケットの伝搬係数の違いに対応するデジタル信号処理により、同じ無線チャネルで同時に送信された複数のデータパケットを受信する方式である。なお、伝搬係数等に応じて空間分割多重数が決定される。

一方、各無線局がそれぞれ複数の無線通信インタフェースをもち、複数の無線チャネルの利用が可能な場合には、複数の無線局間でそれぞれ異なる無線チャネルを用いることにより、1つの無線チャネルを時間分割して通信する場合に比べてスループットの改善が期待できる。

しかし、同時に使用する複数の無線チャネルの中心周波数が互いに近接している場合には、一方の無線チャネルから他方の無線チャネルが使用している周波数領域へ漏れ出す漏洩電力の影響が大きくなる。一般に、データパケットを伝送する場合には、送信側の無線局がデータパケットを送信した後に、受信側の無線局が受信したデータパケットに対して送達確認パケット（ACKパケット，NACKパケット）を送信側の無線局へ返信する。送信側の無線局がこの送達確認パケットを受信しようとするときに、同時に送信している他の無線チャネルからの漏洩電力の影響が問題となる。

例えば、図21に示すように、無線チャネル#1と無線チャネル#2の中心周波数が互いに近接し、各無線チャネルから並列送信するデータパケットの伝送所要時間が異なる場合を想定する。ここでは、無線チャネル#1から送信されたデータパケットが短いので、それに対するACKパケットが受信されるときに無線チャネル#2は送信中である。そのため、無線チャネル#1では、無線チャネル#2からの漏洩電力によりACKパケットを受信できない可能性がある。このような状況では、同時に複数の無線チャネルを利用して送信を行ったとしてもスル

ープットの改善は見込めない。

なお、このようなケースは、各無線チャネルの伝送速度が等しい場合には各データパケットのパケット長（伝送所要時間＝データサイズ）の違いにより発生し、各無線チャネルの伝送速度も考慮すると各データパケットのパケット長（伝送所要時間＝データサイズ／伝送速度）の違いにより発生する。

ところで、無線LANシステムなどでは、ネットワークから入力するデータフレームのデータサイズは一定ではない。したがって、入力するデータフレームを順次にデータパケットに変換して送信する場合には、各データパケットのパケット長（伝送所要時間）も変化する。そのため、図21に示すように同時に複数のデータパケットを送信したとしても、各データパケットのパケット長に違いが生じ、ACKパケットの受信に失敗する可能性が高くなる。

本発明の目的は、各無線局が複数の無線チャネルを同時に利用できる場合に、2つの無線局間で複数のデータパケットを並列送信することができ、さらに無線チャネル間で電力漏洩が生じる場合であってもスループットを改善することができる無線パケット通信方法および無線パケット通信装置を提供することである。

#### 発明の開示

請求項1の発明は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルを用いて複数のデータパケットを並列送信する。

請求項2の発明は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する。

請求項3の発明は、複数の無線チャネルの利用が可能であり、かつ無線チャネ

ル毎に伝送速度の設定が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度に応じてパケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する。

請求項4の発明は、複数の無線チャネルの利用が可能であり、かつ無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度を同一の伝送速度に揃え、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する。

請求項5の発明は、請求項4において、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度をその中の最小の伝送速度に揃える。

請求項6の発明は、空間分割多重の利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、キャリアセンスにより少なくとも1つの無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、2つの無線局の間で空き状態の1つの無線チャネルと空間分割多重を用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する。

請求項7の発明は、請求項1～5のいずれかにおいて、複数の無線チャネルと空間分割多重との併用が可能な2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルと空間分割多重を用いて、複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する。

請求項8の発明は、請求項1～7のいずれかにおいて、無線局は、自局が少な

くとも1つの無線チャネルで送信中のときに、空き状態の無線チャネルのうち送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けない無線チャネルを選択する。

請求項9の発明は、請求項1～7のいずれかにおいて、無線局は、自局が少なくとも1つの無線チャネルで送信中のときに、その送信が終了するまでキャリア

5 センスを含む送信処理を禁止する。

請求項10の発明は、請求項1～5のいずれかにおいて、無線局は、送信待ちのデータフレーム数が空きチャネル数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並列送信し、送信待ちのデータフレーム数が空きチャネル数を越える場合に、空きチャネル数と同数のデータパケットを生成して並列送信する。

請求項11の発明は、請求項1～5のいずれかにおいて、無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が空きチャネル数 $N$ を越える場合に、 $N \geq K$ になるか、または $N \geq K$ になる前に全無線チャネルが空き状態になるか、または $N \geq K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $N \geq K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後の空きチャネル数に応じた数のデータパケットを生成して並列送信する。

請求項12の発明は、請求項1～5のいずれかにおいて、無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が空きチャネル数 $N$ を下回る場合に、 $N = K$ になるか、または $N = K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $N = K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後複数のデータパケットを生成して並列送信する。

請求項13の発明は、請求項6において、無線局は、送信待ちのデータフレーム数が空間分割多重数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並列送信し、送信待ちのデータフレーム数が空間分割多重数を越える場合に、空間分割多重数と同数のデータパケットを生成して並列送信する。

請求項14の発明は、請求項7において、無線局は、送信待ちのデータフレーム数が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並

列送信し、送信待ちのデータフレーム数が並列送信数を越える場合に、並列送信数と同数のデータパケットを生成して並列送信する。

請求項 15 の発明は、請求項 7 において、無線局は、送信待ちのデータフレーム数  $K$  が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数  $T$  を越える場合に、 $T \geq K$  になるか、または  $T \geq K$  になる前に全無線チャネルが空き状態になるか、または  $T \geq K$  になる前に所定の時間が経過するか、または  $T \geq K$  になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後の並列送信数に応じた数のデータパケットを生成して並列送信する。

10 請求項 16 の発明は、請求項 7 において、無線局は、送信待ちのデータフレーム数  $K$  が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数  $T$  を下回る場合に、 $T = K$  になるか、または  $T = K$  になる前に所定の時間が経過するか、または  $T = K$  になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後に複数のデータパケットを生成して並列  
15 送信する。

請求項 17 の発明は、請求項 7 において、無線局は、空きチャネル数、各無線チャネルの空間分割多重、および送信待ちのデータフレーム数の少なくとも 1 つに基づいて、単一の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第 1 のモードと、単一の無線チャネルと空間分割多重を用いる第 2 のモードと、複数の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第 3 のモードと、複数の無線チャネルと空間分割多重を用いる第 4 のモードとのいずれかを選択する。

請求項 18 の発明は、複数の無線チャネルの利用が可能な 2 つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信装置であり、送信バッファ手段と、チャネル状態管理手段と、データパケット生成手段と、パケット振り分け送信制御手段と、  
25 データフレーム管理手段とを備える。

送信バッファ手段は、送信すべきデータフレームを一時的に保持するとともに、保持しているデータフレームのアドレス情報とパケットサイズとを対応付けてデータパケット格納情報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合に要求さ



れたデータパケットを読み出して出力する。チャネル状態管理手段は、予め定められた複数の無線チャネルのそれぞれの空き状態の判定情報を取得する。データパケット生成手段は、入力する1つまたは複数のデータフレームからデータ領域を抽出し、パケット長が揃った複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに必要なヘッダ情報を付加してデータパケットを生成する。パケット振り分け送信制御手段は、データパケット生成手段で生成された各データパケットと送信する無線チャネルとを対応付ける。

データフレーム管理手段は、送信バッファ手段から通知された各データフレームに関する情報と、チャネル状態管理手段から通知された無線チャネルに関する情報に基づき、データパケットを生成する1つまたは複数のデータフレームを決定し、1つまたは複数のデータフレームから空きチャネル数に応じた複数のデータパケットを生成する方法を決定し、生成された複数のデータパケットを送信する無線チャネルを決定し、送信バッファ手段に対して出力するデータフレームを指定し、データパケット生成部に対して送信バッファ手段から出力された1つまたは複数のデータフレームからデータパケットを生成する方法を通知し、パケット振り分け送信制御手段に対してデータパケットと無線チャネルとの対応付けに必要な情報を通知し、2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルを用いて複数のデータパケットを並列送信するための制御を行う。

請求項19の発明は、請求項18において、各無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送する空間分割多重手段を含む。

請求項20の発明は、請求項18または請求項19において、データフレーム管理手段は、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、1つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する制御を行う。

請求項21の発明は、請求項18または請求項19において、2つの無線局は無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な手段を含み、データフレーム管理手段は、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度に応じて、1つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する

制御を行う。

- 請求項 22 の発明は、請求項 18 または請求項 19 において、2 つの無線局は無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な手段を含み、データフレーム管理手段は、キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度を同一の伝送速度に揃え、1 つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する制御を行う。

- 請求項 23 の発明は、請求項 18 または請求項 19 において、自局が少なくとも 1 つの無線チャネルで送信中のときに、空き状態の無線チャネルのうち送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けない無線チャネルを選択する手段を含む。

請求項 24 の発明は、請求項 18 または請求項 19 において、自局が少なくとも 1 つの無線チャネルで送信中のときに、その送信が終了するまでキャリアセンスを含む送信処理を禁止する手段を含む。

- 請求項 25 の発明は、請求項 18 または請求項 19 において、データフレーム管理手段は、空きチャネル数、各無線チャネルの空間分割多重、および送信待ちのデータフレーム数の少なくとも 1 つに基づいて、単一の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第 1 のモードと、単一の無線チャネルと空間分割多重を用いる第 2 のモードと、複数の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第 3 のモードと、複数の無線チャネルと空間分割多重を用いる第 4 のモードとのいずれかを選択する手段を含む。

#### 図面の簡単な説明

- 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
- 図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
- 図 3 は、本発明の第 2 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
- 図 4 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。
- 図 5 は、本発明の第 3 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。
- 図 6 は、本発明の第 3 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 7 は、本発明の第 4 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 8 は、本発明の第 5 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 9 は、本発明の第 7 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 10 は、本発明の第 8 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

5 図 11 は、1 つまたは複数のデータフレームからデータパケットを生成する方法を説明する図である。

図 12 は、本発明の第 9 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 13 は、本発明の第 10 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 14 は、本発明の第 10 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

10 図 15 は、本発明の第 11 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 16 は、本発明の第 12 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 17 は、本発明の第 12 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 18 は、本発明の第 13 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

図 19 は、本発明の第 14 の実施形態の処理手順を示すフローチャートである。

15 図 20 は、本発明の第 13 の実施形態の動作例を示すタイムチャートである。

図 21 は、複数の無線チャネルの中心周波数が近接している場合の問題点を説明するタイムチャートである。

図 22 は、本発明の無線パケット通信装置の構成例を示すブロック構成図である。

20

発明を実施するための最良の形態

#### [第 1 の実施形態]

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態のフローチャートを示す。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を示す。ここでは、2 つの無線局の間で無線チャネル # 1, # 2, # 3 が用意されているものとする。なお、送信バッファ内で送信待ちのデータフレームについては、この 2 つの無線局間で送信される同一宛先のものを前提として説明する。

25

利用可能な全ての無線チャネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する (S001)。全チャネル数を M、検出した空きチャネル数

をNとする。空き状態の無線チャネルを1つ以上検出した場合には、送信バッファを検索し、送信待ちのデータフレーム数Kを取得する (S002, S003)。送信待ちのデータフレームがない場合 ( $K=0$ ) にはキャリアセンスに戻り、送信待ちのデータフレーム数Kが1以上の場合に次に進む (S004)。ここで、 $K=1$  または  $N=1$  の場合には、1個のデータフレームから1個のデータパケットを生成し、1個の無線チャネルを用いて1個のデータパケットを送信する (S005, S006, S007)。

$K \geq 2$  かつ  $N \geq 2$  の場合には、まず送信待ちのデータフレーム数Kと空きチャネル数Nとを比較する (S008)。そして ( $K > N$ ) であれば、K個のデータフレームからN個のデータフレームを選択してN個のデータパケットを生成し、N個 (全て) の無線チャネルを用いてN個のデータパケットを並列送信する (S009)。このとき、 $K-N$ 個のデータフレームは次の送信機会まで待機する。一方、( $N \geq K$ ) であれば、K個 (全て) のデータフレームを選択してK個のデータパケットを生成し、K個の無線チャネルを用いてK個のデータパケットを並列送信する (S010)。このとき、 $N-K$ 個の無線チャネルは空き状態のままである。以上の処理を繰り返す。

図2(1)に示す例はステップS009に対応する。時刻  $t_1$  におけるキャリアセンスで2つの無線チャネル#1, #2が同時に空き状態であり、送信待ちのデータフレーム数Kが3であるので、これらの無線チャネル#1, #2を用いて2つのデータパケットを生成して並列送信する。図2(2)に示す例はステップS010に対応する。時刻  $t_1$  におけるキャリアセンスで3つの無線チャネル#1~#3が同時に空き状態であり、送信待ちのデータフレーム数Kが2であるので、例えば無線チャネル#1, #2を用いて2つのデータパケットを並列送信する。

このように、空き状態の無線チャネルが同時に複数存在する場合には、複数のデータフレームから複数のデータパケットを選択して複数のデータパケットを生成し、複数の無線チャネルを用いて並列送信するので、単位時間で送信できるデータフレームの数を大幅に増やすことが可能になる。

なお、図2(2)の無線チャネル#3や、送信が終了して空き状態になった無線チャネルは、それぞれ独立に送信が可能であり、他の無線局との通信などに利用

可能である。このとき、複数の無線チャネルが空き状態であれば、同様に並列送信を行うことも可能である。

また、図 2 (2) のように無線チャネルに余裕がある場合には、データパケットの一部をコピーして並列送信し、受信側でダイバーシティ効果を得るようにしてもよい。

#### [第 2 の実施形態]

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態のフローチャートを示す。図 4 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を示す。ここでは、2 つの無線局の間で無線チャネル # 1, # 2, # 3 が用意されているものとする。なお、送信バッファ内で送信待ちのデータパケットについては、この 2 つの無線局間で送信される同一宛先のものを前提として説明する。

本実施形態の特徴は、第 1 の実施形態において空間分割多重方式を利用するところにある。利用可能な全ての無線チャネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する (S001)。全チャネル数を M、検出した空きチャネル数を N とする。空き状態の無線チャネルを 1 つ以上検出した場合には、その無線チャネルの各空間分割多重数の総和を「並列送信数」として算出する (S002, S101)。ここでは簡単のために、各無線チャネルの空間分割多重数は同一であるとし、並列送信数は空きチャネル数 N と空間分割多重数 L の積 (NL) として説明する。

次に、送信バッファを検索し、送信待ちのデータフレームの数 K を取得する (S003)。送信待ちのデータフレームがない場合 ( $K=0$ ) にはキャリアセンスに戻り、送信待ちのデータフレーム数 K が 1 以上の場合に次に進む (S004)。ここで、 $K=1$  の場合には第 1 の実施形態と同様に、1 個の無線チャネルを用いて 1 個のデータパケットを送信するが、図 3 では省略している。

$K \geq 2$  かつ  $NL \geq 2$  の場合には、まず送信待ちのデータフレーム数 K と空きチャネル数 N とを比較する (S008)。そして ( $N \geq K$ ) であれば、K 個 (全て) のデータフレームを選択して K 個のデータパケットを生成し、K 個の無線チャネルを用いて K 個のデータパケットを並列送信する (S010)。このとき、空間分割多重方式は用いず、 $N-K$  個の無線チャネルは空き状態のままである。一方、( $K$

>N) であれば、送信待ちのデータフレーム数Kと並列送信数NLとを比較する (S102)。そして、(K>NL) であれば、K個のデータフレームからNL個のデータフレームを選択してNL個のデータパケットを生成し、N個(全て)の無線チャンネルと空間分割多重を用いてNL個のデータパケットを並列送信する (S103)。このとき、K-NL個のデータフレームは次の送信機会まで待機する。

また、(NL≥K) であれば、K個(全て)のデータフレームからK個のデータパケットを生成し、N個の無線チャンネルと空間分割多重を用いてK個のデータパケットを並列送信する (S104)。ここで、無線チャンネルあたりの空間分割多重数については、 $\text{floor}(K/N)$  以上かつ  $\text{ceil}(K/N)$  以下の数とする。なお、 $\text{floor}(x)$  はx以下の最大の整数(切り下げ)を表し、 $\text{ceil}(x)$  はx以上の最小の整数(切り上げ)を表す。

図4(1)に示す例は、ステップS103に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで2つの無線チャンネル#1, #2が同時に空き状態であり、それぞれの空間分割多重数Lが2であり、送信待ちのデータフレーム数Kが5であるので、これらの無線チャンネル#1, #2と空間分割多重を用いて4つのデータパケットを生成して並列送信する。

図4(2)に示す例は、ステップS104に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで2つの無線チャンネル#1, #2が同時に空き状態であり、それぞれの空間分割多重数Lが3であり、送信待ちのデータフレーム数Kが3である。ここでは無線チャンネル#1, #2と空間分割多重を用いて3つのデータパケットを並列送信する。なお、ステップS104において、空間分割多重を最大限利用する場合には、 $\text{ceil}(K/L)$  に対応する1つの無線チャンネルで空間分割多重により、3つのデータパケットを並列送信することも可能である。

図4(3)に示す例は、ステップS010に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで3つの無線チャンネル#1～#3が同時に空き状態であり、送信待ちのデータフレーム数が2であるので、例えば無線チャンネル#1, #2を用いて2つのデータパケットを並列送信する。ここでは、空間分割多重は用いない。

### [第3の実施形態]

図5は、本発明の第3の実施形態のフローチャートを示す。図6は、本発明の

第3の実施形態の動作例を示す。ここでは、2つの無線局の間で無線チャンネル#1, #2, #3が用意されているものとする。なお、送信バッファ内で送信待ちのデータパケットについては、この2つの無線局間で送信されるものを対象としている。

- 5 本実施形態の特徴は、第2の実施形態において、空きチャンネル数 $N$ 、空間分割多重数 $L$ 、送信待ちのデータフレーム数 $K$ に応じて、複数の無線チャンネルと空間分割多重を使い分けるところにある。すなわち、単一の無線チャンネルを用い空間分割多重を用いない第1のモードと、単一の無線チャンネルと空間分割多重を用いる第2のモードと、複数の無線チャンネルを用い空間分割多重を用いない第3のモードと、複数の無線チャンネルと空間分割多重を用いる第4のモードの何れかを選択する。

- 送信待ちのデータフレーム数 $K$ が1の場合は、1個のデータフレームから1個のデータパケットを生成し、1個の無線チャンネルを用いて1個のデータパケットを送信する(S005, S007、第1のモード)。送信待ちのデータフレーム数 $K$ が2  
15 以上ならば空き状態の無線チャンネル数 $N$ を調べ、( $N=1$ )であれば $K$ 個のデータフレームから複数(最大 $L$ 個)のデータフレームを選択して複数のデータパケットを生成し、1個の無線チャンネルと空間分割多重を用いて複数のデータパケットを並列送信する(S006, S107、第2のモード)。

- ( $N \geq 2$ )であれば、送信待ちのデータフレーム数 $K$ と、空き状態の無線チャンネル数 $N$ および空間分割多重数 $L$ をそれぞれ比較する。( $K > N$ )かつ( $K > L$ )  
20 であれば、複数の無線チャンネルのみあるいは1つの無線チャンネルと空間分割多重を用いて全てのデータパケットを送信することはできない。そのため、 $K$ 個のデータフレームから複数(最大 $L \cdot N$ 個)のデータフレームを選択して複数のデータパケットを生成し、複数の無線チャンネルと空間分割多重を用いて複数のデータパ  
25 ケットを並列送信する(S105, S109、第4のモード)。ここで、無線チャンネルあたりの空間分割多重数については、 $\text{floor}(K/N)$ 以上かつ $\text{ceil}(K/N)$ 以下の数とする。

( $N \geq K$ )または( $L \geq K$ )であれば $K$ と $N$ とを比較し、( $N \geq K$ )であれば、 $K$ 個(全て)のデータフレームから $K$ 個のデータパケットを生成し、 $K$ 個の無線

チャンネルを用いてK個のデータパケットを並列送信する (S106, S108、第3のモード)。ここでは、空間分割多重は用いない。一方、( $K > N$ )であれば、( $L \geq K$ )であることを考慮すると1つの無線チャンネルで送信可能であるので、K個 (全て) のデータフレームからK個のデータパケットを生成し、1個の無線チャンネルと空間分割多重を用いて複数 (K個) のデータパケットを並列送信する (S107)。

図6(1)に示す例は、ステップS006からステップS107に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで無線チャンネル#1が空き状態であり、空間分割多重数Lが2であり、送信待ちのデータフレーム数Kが3であるので、無線チャンネル#1と空間分割多重を用いて2つのデータパケットを並列送信する。

図6(2)に示す例は、ステップS108に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで3つの無線チャンネル#1～#3が同時に空き状態であり、送信待ちのデータフレーム数Kが2であるので、例えば無線チャンネル#1, #2を用いて2つのデータパケットを並列送信する。ここでは、空間分割多重は用いない。

図6(3)に示す例は、ステップS108に対応する。時刻t1におけるキャリアセンスで2つの無線チャンネル#1, #2が同時に空き状態であり、それぞれの空間分割多重数Lが2であり、送信待ちのデータフレーム数Kが3である。ここでは無線チャンネル#1, #2と空間分割多重を用いて3つのデータパケットを並列送信する。

なお、例えば第1のモード～第3のモードで運用することも可能である。この場合には、条件1として「空間分割多重と複数チャンネル併用のうち、同時送信可能なデータフレーム数が多いものを優先的に利用する」、条件2として「空間分割多重よりも複数チャンネル併用を優先的に利用する」としたときに、条件2より条件1を優先する場合などが想定される。

#### 25 [第4の実施形態]

以上示した実施形態は、送信待ちのデータフレーム数Kが空きチャンネル数N、あるいは並列送信数NLより大きいとき ( $K > N$ ,  $K > NL$ )、第1の実施形態のステップS009、第2の実施形態のステップS103、第3の実施形態のステップS109に示すように、全ての無線チャンネルを用いて送信待ちのデータフレームを最大



限送信している。しかし、一部のデータフレームは送信できずに残り、次の送信機会まで待機する。このような場合には、すべてのデータフレームを1回で送信できる条件が整うまで ( $N \geq K$  になるまで)、待機した方が伝送効率が高くなる  
5 ことがある。ただし、その条件が整うまで無制限に待機すると却って伝送効率が低下することがあるので、時間的な制限が必要になる。また、送信バッファの蓄積状況も考慮する必要がある。

図7は、本発明の第4の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、第1の実施形態における ( $K > N$ ) の場合における待機条件を示す。

ステップS008で ( $K > N$ ) のときに、 $N \geq K$  になる前に全チャンネルが空き状態  
10 である場合 ( $N = M$ ) には、待機してもK個のデータパケットを同時に送信する機会が生じないので、K個のデータフレームから選択・生成されたN個のデータパケットをN個の無線チャンネルを用いて並列送信する (S201, S009)。

また、全チャンネルが空き状態でない場合 ( $M > N$ ) には、本処理を開始してから  
15  $N \geq K$  になる前に所定時間  $t$  が経過するか、 $N \geq K$  になる前に送信バッファ内のデータフレーム数Kがバッファしきい値Wを超えるまで待機し、その時点でK個のデータフレームから選択・生成されたN個のデータパケットをN個の無線チャンネルを用いて並列送信する (S202, S203, S009)。なお、バッファしきい値Wは、データフレーム数を単位とするか、データフレームの総データサイズを単位としてもよい。

## 20 [第5の実施形態]

図8は、本発明の第5の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、第2の実施形態における ( $K > NL$ ) の場合における待機条件を示す。

ステップS102で ( $K > NL$ ) のときに、 $NL \geq K$  になる前に全チャンネルが空き  
25 状態である場合 ( $N = M$ ) には、待機してもK個のデータパケットを同時に送信する機会が生じないので、K個のデータフレームから選択・生成されたNL個のデータパケットをN個の無線チャンネルと空間分割多重を用いて並列送信する (S201, S103)。

また、全チャンネルが空き状態でない場合 ( $M > N$ ) には、本処理を開始してから  
 $NL \geq K$  になる前に所定時間  $t$  が経過するか、 $NL \geq K$  になる前に送信バッフ

- ァ内のデータフレーム数 $K$ がバッファしきい値 $W$ を超えるまで待機し、その時点で $K$ 個のデータフレームから選択・生成された $NL$ 個のデータパケットを $N$ 個の無線チャネルと空間分割多重を用いて並列送信する (S202, S203, S103)。なお、バッファしきい値 $W$ は、データフレーム数を単位とするか、データフレームの総  
5 データサイズを単位としてもよい。

#### [第6の実施形態]

- 以上示した実施形態は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が空きチャネル数 $N$ または並列送信数 $NL$ より小さいとき ( $N \geq K$ ,  $NL \geq K$ )、第1～第5の実施形態のステップS010や、第2および第5の実施形態のステップS104に示すように、  
10 すべての送信待ちのデータフレームを送信する一方で、無線チャネル $K$ や並列送信数 $NL$ に余裕がある。このような場合には、無線チャネルを最大限活用できる条件が整うまで ( $N=K$ ,  $NL=K$ になるまで)、待機した方が伝送効率が高くなる  
ことがある。ただし、その条件が整うまで無制限に待機すると却って伝送効率が低下することがあるので、時間的な制限が必要になる。また、送信バッファ  
15 の蓄積状況も考慮する必要がある。

- 第6の実施形態では、第1～第5の実施形態のステップS008において、 $N > K$ の状態から $N=K$ になるか、本処理を開始してから $N=K$ になる前に所定時間 $t$ が経過するか、 $N=K$ になる前に送信バッファ内のデータフレーム数 $K$ がバッファしきい値 $W$ を超えるまで待機し、その後に $K$ 個の無線チャネルを用いて $K$ 個の  
20 データフレームから生成された $K$ 個のデータパケットを並列送信する (S010)。

- 同様に、第2および第5の実施形態のステップS102において、 $NL > K$ の状態から $NL=K$ になるか、本処理を開始してから $NL=K$ になる前に所定時間 $t$ が経過するか、 $NL=K$ になる前に送信バッファ内のデータフレーム数 $K$ がバッファしきい値 $W$ を超えるまで待機し、その後に $N$ 個の無線チャネルと空間分割多重  
25 を用いて $K$ 個のデータフレームから生成された $K$ 個のデータパケットを並列送信する (S104)。

#### [第7の実施形態]

図9は、本発明の第7の実施形態のフローチャートを示す。本実施形態の特徴は、第1の実施形態において、2つの無線局間で送信される送信バッファ内の送

信待ちのデータフレームのうち、パケット長が揃ったデータフレームを対象とするところにある。

- 利用可能な全ての無線チャネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索し (S001)、送信バッファを検索して送信待ちのデータフレーム数Kを取得する (S002, S003)。ここで、 $K=1$  または  $N=1$  の場合には、1 個のデータフレームから 1 個のデータパケットを生成し、1 個の無線チャネルを用いて 1 個のデータパケットを送信する (S005, S006, S007)。

- 10  $K \geq 2$  かつ  $N \geq 2$  の場合に、パケット長 (伝送所要時間) が揃ったデータフレームを選択し、そのデータフレーム数を P とする (S301)。例えば、送信バッファ上のデータフレームの中で、先頭のデータフレームとパケット長が等しい全てのデータフレームを選択する。

- 次に、パケット長が揃ったデータフレーム数 P と空きチャネル数 N とを比較する (S302)。そして ( $P > N$ ) であれば、P 個のデータフレームから N 個のデータフレームを選択して N 個のデータパケットを生成し、N 個 (全て) の無線チャネルを用いて N 個のデータパケットを並列送信する (S303)。このとき、 $P - N$  個のデータフレームは次の送信機会まで待機する。一方、( $N \geq P$ ) であれば、P 個 (全て) のデータフレームを選択して K 個のデータパケットを生成し、P 個の無線チャネルを用いて P 個のデータパケットを並列送信する (S304)。このとき、 $N - P$  個の無線チャネルは空き状態のままである。以上の処理を繰り返す。

- 20 本実施形態は、複数の無線チャネルで複数のデータパケットを並列送信する場合に、例えば図 2 に示すようにそれぞれのパケット長を揃えることにより、無線チャネル間で漏洩電力の影響を回避することができる。すなわち、並列送信したデータパケットは同時に送信終了となるので、その送信後の ACK パケットは、漏洩電力の影響を受けることなく受信することができる。

- 25 なお、並列送信する複数のデータパケットのパケット長が互いに等しくない場合には、パケット長の差に相当する分だけ各データパケットの送信終了の時刻が異なることになるため、各 ACK パケットの受信タイミングにもパケット長の差に相当する分だけ差が生じることになる。しかし、各データパケットのパケット長の差が十分に小さく、各データパケットの送信終了時刻の差が ACK パケット

の受信を開始するまでの時間よりも短ければ、漏洩電力の影響を受けることなく各ACKパケットを受信できる。したがって、例えばステップS301において、送信バッファ上のデータフレームの中で、パケット長の差が十分に小さい全てのデータフレームの数Pを取得してもよい。

- 5      このように、空き状態の無線チャネルが同時に複数存在する場合には、複数の無線チャネルを用いてパケット長が揃った複数のデータパケットを並列送信するので、単位時間で送信できるデータパケットの数を大幅に増やし、かつ確実にスループットを高めることが可能になる。

- なお、本実施形態は、第1の実施形態にステップS301を追加し、KをPに置き  
10    換えた処理に対応する。同様に、第2の実施形態～第5の実施形態にもステップS301を追加し、KをPに置き換えることにより同様に処理することができる。

〔第8の実施形態〕

- 以上示した実施形態は、送信バッファ内の送信待ちのデータフレーム数K、またはその中のパケット長が揃ったデータフレーム数Pと、空きチャネル数Nまたは並列送信数との関係に基づいて、並列送信に用いる無線チャネルとデータフレーム数を対応付けていた。第8の実施形態の特徴は、送信バッファに存在する送信待ちの1つまたは複数のデータフレームから、空きチャネル数Nに対応するN個のデータパケットを生成し、並列送信するところにある。
- 15

- 図10は、本発明の第8の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、利用  
20    可能な全ての無線チャネルの伝送速度は同一とする。

- 利用可能な全ての無線チャネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する(S001)。検出した空きチャネル数をNとする。空き状態の無線チャネルを1つ以上検出した場合には、送信バッファに送信待ちのデータフレームが存在するか検索する(S002, S401)。送信待ちのデータフレームが存在しない場合にはキャリアセンスに戻り、送信待ちのデータフレームがあれば次に進む(S402)。ここで、N=1の場合には、1つまたは複数のデータフレームから1個のデータパケットを生成し(S006, S403)、1個の無線チャネルを用いて1個のデータパケットを送信する(S404)。
- 25

        空きチャネル数Nが2以上の場合に、送信バッファ上の1つまたは複数のデー

タフレームから、パケット長（データサイズ）が揃ったN個のデータパケットを生成する（S405）。次に、N個の無線チャネルを用いて、パケット長が揃ったN個のデータパケットを並列送信する（S406）。

- ここで、1つまたは複数のデータフレームから1個のデータパケットを生成する方法、並列送信する複数のデータパケットを生成する方法としては、次の方法がある。例えばデータフレームが2つで空きチャネル数が1つの場合には、図11(1)に示すようにデータフレームを連結して1つのデータパケットを生成する。また、データフレームが1つで空きチャネル数が2つの場合には、図11(2)に示すようにデータフレームを分割して2つのデータパケットを生成する。また、
- 10 データフレームが3つで空きチャネル数が2つの場合には、図11(3)に示すように、例えばデータフレーム2を分割してそれぞれデータフレーム1およびデータフレーム3と結合し、2つのデータパケットを生成する。あるいは、3つのデータフレームを連結してから2分割しても同様である。また、図11(4)に示すように、データフレーム1とデータフレーム2を組み合わせ、データフレーム3
- 15 にダミービットを付加し、パケット長が揃った2つのデータパケットを生成する。また、後述する実施形態のように、複数の無線チャネルの各伝送速度が異なる場合には、各データフレームのサイズ比を伝送速度比に対応させてパケット長が同じになるように調整する。

#### [第9の実施形態]

- 20 図12は、本発明の第9の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度は同一とする。

- 本実施形態の特徴は、第8の実施形態において空間分割多重方式を利用するところにある。利用可能な全ての無線チャネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャネルを検索する（S001）。検出した空きチャネル数をNとする。
- 25 る。空き状態の無線チャネルを1つ以上検出した場合には、その無線チャネルの各空間分割多重数の総和を「並列送信数」として算出する（S002, S101）。ここでは簡単のために、各無線チャネルの空間分割多重数は同一であるとし、並列送信数は空きチャネル数Nと空間分割多重数Lの積（NL）として説明する。

次に、送信バッファに送信待ちのデータフレームが存在するか検索する（S002,

S401)。送信待ちのデータフレームが存在しない場合にはキャリアセンスに戻り、送信待ちのデータフレームがあれば次に進む (S402)。ここで、 $N=1$  の場合には、送信バッファ上の1つまたは複数のデータフレームから、パケット長 (データサイズ) が揃った $L$ 個のデータパケットを生成し (S006, S407)、1個の無線

5 チャンネルと空間分割多重を用いて $L$ 個のデータパケットを並列送信する (S408)。

空きチャンネル数 $N$ が2以上の場合に、送信バッファ上の1つまたは複数のデータフレームから、パケット長 (データサイズ) が揃った $NL$ 個のデータパケットを生成する (S409)。次に、 $N$ 個の無線チャンネルと空間分割多重を用いて、パケット長が揃った $NL$ 個のデータパケットを並列送信する (S410)。

#### 10 [第10の実施形態]

図13は、本発明の第10の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャンネルの伝送速度は、無線チャンネル毎に設定可能とする。

利用可能な全ての無線チャンネルの中から、キャリアセンスによって空き状態の無線チャンネルを検索する (S001)。検出した空きチャンネル数を $N$ とする。空き状態の無線チャンネルを1つ以上検出した場合には、送信バッファに送信待ちのデータフレームが存在するかを検索する (S002, S401)。送信待ちのデータフレームが存在しない場合にはキャリアセンスに戻り、送信待ちのデータフレームがあれば次に進む (S402)。ここで、 $N=1$  の場合には、1個または複数のデータフレームから1個のデータパケットを生成し (S006, S403)、1個の無線チャンネルを用

15

20 いて1個のデータパケットを送信する (S404)。

空きチャンネル数 $N$ が2以上の場合に、各無線チャンネルの伝送速度を検出する (S411)。次に、送信バッファ上の1つまたは複数のデータフレームから、各無線チャンネルの伝送速度に応じてパケット長 (伝送所要時間=パケットサイズ/伝送速度) が揃った $N$ 個のデータパケットを生成する (S412)。次に、 $N$ 個の無線

25 チャンネルの伝送速度と各データパケットを対応付け、パケット長が揃った $N$ 個のデータパケットを並列送信する (S413)。

本実施形態は、第9の実施形態の空間分割多重を利用する方法においても同様に適用することができる。

ここで、2つの無線チャンネルの伝送速度が12Mbit/s および24Mbit/s の場合

に、3つのデータフレームから2つのデータパケットを生成する過程について図14を参照して説明する。3つのデータフレームの各データ領域には、それぞれ500バイトのデータブロックB1、1500バイトのデータブロックB2、1000バイトのデータブロックB3が含まれている。このとき、例えばデータブロックB2を2つのデータブロックB2a、B2bに分割し、データブロックB1、B2aを連結し、データブロックB2b、B3を連結する。本例では、各データブロックB1、B2a、B2b、B3のデータサイズがそれぞれ500、500、1000、1000であるため、1番目のデータフレームのデータ領域のサイズは1000バイトになり、2番目のデータフレームのデータ領域のサイズは2000バイトになる。このデータフレームに宛先無線局のID情報およびデータフレームの順番を表すシーケンス番号（宛先毎に独立した連続番号）を含む制御情報を付加することにより、データパケットが生成される。このようにして生成された2つのデータパケットのデータ領域のサイズの比が1：2であり、対応する無線チャネルの伝送速度の比と同一になるため、データパケットを伝送所要時間、すなわちパケット長が同一になる。

#### [第11の実施形態]

図15は、本発明の第11の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度は、無線チャネル毎に設定可能とする。

本実施形態では、第10の実施形態において、ステップS411で各無線チャネルの伝送速度を検出する代わりに、各無線チャネルの伝送速度を同一の伝送速度に揃える（S414）。例えば、各無線チャネルの伝送速度の中の最小の伝送速度に揃える。これにより、第8の実施形態のように各無線チャネルの伝送速度が最初から同一の場合と同様の処理が可能となる（S405、S406）。

本実施形態は、第9の実施形態の空間分割多重を利用する方法においても同様に適用することができる。

#### [第12の実施形態]

図16は、本発明の第12の実施形態のフローチャートを示す。図17は、本発明の第12の実施形態の動作例を示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度は同一とする。

本実施形態は、第 8 の実施形態において、空き状態の無線チャネルを 1 つ以上  
検出した場合に、自局が他の無線チャネルで送信中であるか調べ、送信中の場合  
にはそれが終了するまで送信を禁止する (S501)。図 1 7 に示す例では、時刻  $t$   
1 では無線チャネル # 2, # 3 が空き状態であるにもかかわらず、無線チャネル  
5 # 1 で送信中のため、その送信が終了してから時刻  $t$  2 で 3 チャネルを用いた並  
列送信が行われている。これにより、無線チャネル間で漏洩電力の影響を回避す  
ることができる。

また、ステップ S501 において、空き状態として検出された  $N$  個の無線チャネル  
について、自局の送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けない無線チ  
10 ャネルを選択し、その数を空きチャネル数  $N$  としてもよい。

本実施形態は、第 9 の実施形態の空間分割多重を利用する方法、第 1 0 および  
第 1 1 の実施形態の各無線チャネル毎に伝送速度が設定可能な方法に加えて、第  
1 ~ 第 7 の実施形態においても同様に適用することができる。

#### [第 1 3 の実施形態]

15 図 1 8 は、本発明の第 1 3 の実施形態のフローチャートを示す。図 2 0 は、本  
発明の第 1 3 の実施形態の動作例を示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャ  
ネルの伝送速度は同一とする。

本実施形態は、第 8 の実施形態において、空き状態の無線チャネルを 1 つ以上  
検出し、送信バッファにデータフレームが存在するときに、空きチャネル数  $N$  が  
20 十分か否かを識別するために空きチャネル数  $N$  と閾値  $N_{th}$  とを比較する (S601)。

( $N < N_{th}$ ) であれば、空きチャネル数  $N$  が増えて ( $N \geq N_{th}$ ) になるまで待機  
し、( $N \geq N_{th}$ ) になったときにデータフレームからデータパケットの生成のス  
テップ S405 に進む。

一方、( $N \geq N_{th}$ ) になる前に所定時間  $t$  が経過した場合には (S602)、その  
25 時点で送信待ちのデータフレームからデータパケットの生成のステップ S405 に進  
み、 $N$  個の無線チャネルを用いた送信処理を行う。

図 2 0 に示す例では、 $N_{th} = 3$  とし、時刻  $t$  1 では無線チャネル # 2, # 3 が  
空き状態である。このとき ( $N < N_{th}$ ) であるので待機し、所定時間  $t$  が経過す  
る前の時刻  $t$  2 で空きチャネル数  $N$  が 3 ( $N \geq N_{th}$ ) となったので、この 3 個の



無線チャネルを用いて並列送信が行われる。

本実施形態は、第4の実施形態と同様の待機条件を設定するものであり、空きチャネル数Nが少ない場合に待機することにより、伝送効率の向上を図るものである。ただし、その条件が整うまで無制限に待機すると却って伝送効率が低下することがあるので、時間的な制限を設けている。また、第4の実施形態と同様に、送信バッファの蓄積状況を考慮するようにしてもよい。

また、本実施形態は、第9の実施形態の空間分割多重を利用する方法、第10および第11の実施形態の各無線チャネル毎に伝送速度が設定可能な方法においても同様に適用することができる。また、第12の実施形態と第13の実施形態は組み合わせて用いることができる。

#### [第14の実施形態]

図19は、本発明の第14の実施形態のフローチャートを示す。ここでは、利用可能な全ての無線チャネルの伝送速度は同一とする。

本実施形態は、第8の実施形態において、空き状態の無線チャネルを1つ以上検出したときに、送信バッファに送信待ちのデータフレームの総データサイズを検索し、その総データサイズをDとする(S611)。そして、総データサイズDと閾値 $D_{th}$ とを比較する(S612)。(D< $D_{th}$ )であれば、ただちに送信せず、送信待ちのデータフレームが増えて(D $\geq D_{th}$ )になるまで待機し、(D $\geq D_{th}$ )になったときにデータフレームからデータパケットの生成のステップS405に進む。

一方、(D $\geq D_{th}$ )になる前に所定時間tが経過した場合には(S613)、その時点で送信待ちのデータフレームからデータパケットの生成のステップS405に進む。

本実施形態は、第4の実施形態と同様の待機条件を設定するものであり、送信バッファの総データサイズDが小さい場合に待機することにより、伝送効率の向上を図るものである。ただし、その条件が整うまで無制限に待機すると却って伝送効率が低下することがあるので、時間的な制限を設けている。また、第4の実施形態と同様に、送信バッファの蓄積状況を考慮するようにしてもよい。

本実施形態は、第9の実施形態の空間分割多重を利用する方法、第10および第11の実施形態の各無線チャネル毎に伝送速度が設定可能な方法においても同

様に適用することができる。また、第 1 2 の実施形態と第 1 4 の実施形態は組み合わせで用いることができる。

また、第 1 3 の実施形態における空きチャネル数  $N$  と閾値  $N_{th}$  との関係、第 1 4 の実施形態における送信バッファの総データサイズ  $D$  と閾値  $D_{th}$  との関係を組み合わせ、例えば両者の論理積の関係を待機条件としてもよい。

#### [無線パケット通信装置の構成]

図 2 1 は、本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示す。ここでは、3 個の無線チャネル # 1, # 2, # 3 を用いて 3 個のデータパケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線チャネルごとに空間分割多重を利用する場合には、複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数のデータパケットを並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。

図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部 1 0-1, 1 0-2, 1 0-3 と、送信バッファ 2 1, データパケット生成部 2 2, データフレーム管理部 2 3, チャネル状態管理部 2 4, パケット振り分け送信制御部 2 5, パケット順序管理部 2 6 およびヘッダ除去部 2 7 とを備える。

送受信処理部 1 0-1, 1 0-2, 1 0-3 は、互いに異なる無線チャネル # 1, # 2, # 3 で無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信できる構成になっている。各送受信処理部 1 0 は、変調器 1 1, 無線送信部 1 2, アンテナ 1 3, 無線受信部 1 4, 復調器 1 5, パケット選択部 1 6 およびキャリア検出部 1 7 を備える。

他の無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャネル # 1, # 2, # 3 を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部 1 0-1, 1 0-2, 1 0-3 のアンテナ 1 3 を介して無線受信部 1 4 に入力される。各無線チャネル対応の無線受信部 1 4 は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波および AD 変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部 1 4 には、それぞれ接続されたアンテナ 1 3 が送信のために使用されていない時に、各無線チャネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線

チャネルの受信電界強度を表すRSSI信号がキャリア検出部17へ出力される。また、無線受信部14に対応する無線チャネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調器15へ出力される。

5 復調器15は、無線受信部14から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットはパケット選択部16へ出力される。パケット選択部16は、入力されたデータパケットに対してCRCチェックを行い、データパケットが誤りなく受信された場合には、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先IDが自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット  
10 順序管理部26へ出力するとともに、図示しない送達確認パケット生成部で送達確認パケットを生成して変調器11に送出し、応答処理を行う。このとき、送達確認パケットの送信にあたって、伝送速度の設定や空間分割多重を適用しないなどの送信モードの設定を行うようにしてもよい。一方、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部16で当該パケットが破棄される。

15 パケット順序管理部26は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部27へ出力する。ヘッダ除去部27は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。  
20

キャリア検出部17は、RSSI信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部17は、この判定結果をキャリア検出結果CS1～CS3として出力する。なお、各送受信処理部10において、アンテナ13が送信状態である場合にはキャリア検出部17にRSSI信号が入力されない。また、アンテナ13が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ13を用いて他のデータパケットを無線信号とし  
25

て同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャンネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

各無線チャンネルに対応するキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS 1 ~ CS 3 は、チャンネル状態管理部 24 に入力される。チャンネル状態管理部 24 は、各無線チャンネルに対応するキャリア検出結果に基づいて各無線チャンネルの空き状態を管理し、空き状態の無線チャンネルおよび空きチャンネル数などの情報をデータフレーム管理部 23 に通知する (図 21, a)。

一方、送信バッファ 21 には、送信すべき送信データフレーム系列が入力され、バッファリングされる。この送信データフレーム系列は、1 つあるいは複数のデータフレームで構成される。送信バッファ 21 は、現在保持しているデータフレームの数、宛先となる無線パケット通信装置の ID 情報、データサイズ、バッファ上の位置を表すアドレス情報などをデータフレーム管理部 23 に逐次通知する (b)。

データフレーム管理部 23 は、送信バッファ 21 から通知された各宛先無線局 ID ごとのデータフレームに関する情報と、チャンネル状態管理部 24 から通知された無線チャンネルに関する情報に基づき、上述した第 1 ~ 第 14 の実施形態に示した各種の制御アルゴリズムに従い、どのデータフレームからどのようにデータパケットを生成し、どの無線チャンネルで送信するかを決定し、それぞれ送信バッファ 21、データパケット生成部 22 およびデータパケット振り分け送信制御部 25 に通知する (c, d, e)。例えば、第 1 の実施形態においては、空き状態の無線チャンネル数  $N$  が送信バッファ 21 にある送信待ちのデータフレーム数  $K$  より少ない場合に、空き状態の無線チャンネル数  $N$  を並列送信するデータパケット数として決定し、送信バッファ 21 に対して  $K$  個のデータフレームから  $N$  個のデータフレームを指定するアドレス情報を通知する (c)。また、データパケット生成部 22 に対しては、送信バッファ 21 から入力したデータフレームから  $N$  個のデータパケットを生成するための情報を通知する (d)。また、パケット振り分け送信制御部 25 に対しては、データパケット生成部 22 で生成された  $N$  個のデータパケットと空き状態の無線チャンネルとの対応を指示する (e)。他の実施形

態の制御アルゴリズムにおいても同様である。

送信バッファ 21 は、出力指定されたデータフレームをデータパケット生成部 22 に出力する (f)。データパケット生成部 22 は、各データフレームからデータ領域を抽出し、パケット長が揃った複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに当該データパケットの宛先となる宛先無線局の ID 情報やデータフレームの順番を表すシーケンス番号などの制御情報を含むヘッダ部と、誤り検出符号である CRC 符号 (FCS 部) を付加してデータパケットを生成する。また、制御情報には、受信側の無線局がデータパケットを受信した際に、元のデータフレームに変換するために必要な情報も含まれる。パケット振り分け送信制御部 25 は、データパケット生成部 22 から入力された各データパケットと各無線チャンネルとの対応付けを行う。

このような対応付けの結果、無線チャンネル #1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-1 内の変調器 11 に入力され、無線チャンネル #2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-2 内の変調器 11 に入力され、無線チャンネル #3 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-3 内の変調器 11 に入力される。各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 25 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャンネルを介してアンテナ 13 からデータパケットとして送信する。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、同時に複数の無線チャンネルが空き状態であれば、1 つまたは複数のデータフレームから生成された複数のデータパケットを同時に並列送信するので、最大スループットが大幅に改善され、効率的な無線パケット通信が実現する。

さらに、検出した空きチャンネル数と送信待ちのデータフレーム数とに基づいて並列送信するデータフレーム数を適切に決めることにより、実質的なスループットを更に改善することが可能である。

また、複数の無線チャネルを同時に用い、複数のデータパケットを並列送信した場合であっても、各データパケットのパケット長を揃えることにより、送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響によって送達確認パケットが受信不可能になるような問題が生じないので、スループットが改善される。

## 請求の範囲

(1) 複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する

## 5 無線パケット通信方法において、

前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、前記2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルを用いて複数のデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

## 10 (2) 複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、

前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、前記2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

## 20 (3) 複数の無線チャネルの利用が可能であり、かつ無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、

前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度に応じてパケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、前記2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(4) 複数の無線チャネルの利用が可能であり、かつ無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定さ

れた無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、

前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度を同一の伝送速度に

- 5 揃え、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、前記2つの無線局の間で空き状態の複数の無線チャネルを用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(5) 請求項4に記載の無線パケット通信方法において、

- 10 空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度をその中の最小の伝送速度に揃えることを特徴とする無線パケット通信方法。

(6) 空間分割多重の利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセンスによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信方法において、

- 15 前記キャリアセンスにより少なくとも1つの無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、パケット長が揃った複数のデータパケットを生成し、前記2つの無線局の間で空き状態の1つの無線チャネルと前記空間分割多重を用いて、複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

- 20 (7) 請求項1～5のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

複数の無線チャネルと空間分割多重との併用が可能な前記2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルと前記空間分割多重を用いて、複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する複数のパケット長が揃ったデータパケットを並列送信する

- 25 ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(8) 請求項1～7のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、自局が少なくとも1つの無線チャネルで送信中のときに、空き状態の無線チャネルのうち送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けない無線チャネルを選択する



ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(9) 請求項1～7のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、自局が少なくとも1つの無線チャネルで送信中のときに、その送信が終了するまでキャリアセンスを含む送信処理を禁止する

5      ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(10) 請求項1～5のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数が空きチャネル数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並列送信し、送信待ちのデータフレーム数が空きチャネル数を越える場合に、空きチャネル数  
10      と同数のデータパケットを生成して並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(11) 請求項1～5のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が空きチャネル数 $N$ を越える場合に、 $N \geq K$ になるか、または $N \geq K$ になる前に全無線チャネルが空き状態になるか、または $N \geq K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $N \geq K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後の空きチャネル数に応じた数のデータパケットを生成して並列送信する  
15      る

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

20      (12) 請求項1～5のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が空きチャネル数 $N$ を下回る場合に、 $N = K$ になるか、または $N = K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $N = K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後に複数のデータパケットを生成して並列送信する

25      ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(13) 請求項6に記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数が空間分割多重数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並列送信し、送信待ちのデータフレーム数が前記空間分割多重数を越える場合に、前記空間分

割多重数と同数のデータパケットを生成して並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(14) 請求項7に記載の無線パケット通信方法において、

- 5 前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数以下の場合に、送信待ちの全てのデータフレームから生成されたデータパケットを並列送信し、送信待ちのデータフレーム数が前記並列送信数を越える場合に、前記並列送信数と同数のデータパケットを生成して並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

- 10 (15) 請求項7に記載の無線パケット通信方法において、

- 前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数 $T$ を越える場合に、 $T \geq K$ になるか、または $T \geq K$ になる前に全無線チャネルが空き状態になるか、または $T \geq K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $T \geq K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後の前記並列送信数に応じた数のデータパケットを生成して並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(16) 請求項7に記載の無線パケット通信方法において、

- 20 前記無線局は、送信待ちのデータフレーム数 $K$ が複数の無線チャネルの各空間分割多重数の総和に相当する並列送信数 $T$ を下回る場合に、 $T = K$ になるか、または $T = K$ になる前に所定の時間が経過するか、または $T = K$ になる前に送信待ちのデータフレーム数あるいはデータサイズが規定値に達するまで待機し、その後複数のデータパケットを生成して並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

- 25 (17) 請求項7に記載の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、空きチャネル数、各無線チャネルの空間分割多重、および送信待ちのデータフレーム数の少なくとも1つに基づいて、単一の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第1のモードと、単一の無線チャネルと空間分割多重を用いる第2のモードと、複数の無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第

3のモードと、複数の無線チャネルと空間分割多重を用いる第4のモードとのいずれかを選択する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

(18) 複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で、キャリアセン  
5 スによって空き状態と判定された無線チャネルを用いてデータパケットを送信する無線パケット通信装置において、

送信すべきデータフレームを一時的に保持するとともに、保持しているデータ  
フレームのアドレス情報とパケットサイズとを対応付けてデータパケット格納情  
報として保持し、パケット送出の要求を受けた場合に要求されたデータパケット  
10 を読み出して出力する送信バッファ手段と、

予め定められた複数の無線チャネルのそれぞれの空き状態の判定情報を取得する  
チャネル状態管理手段と、

入力する1つまたは複数のデータフレームからデータ領域を抽出し、パケット  
長が揃った複数のデータブロックを生成し、このデータブロックに必要なヘッダ  
15 情報を付加してデータパケットを生成するデータパケット生成手段と、

前記データパケット生成手段で生成された各データパケットと送信する無線チャ  
ネルとを対応付けるパケット振り分け送信制御手段と、

前記送信バッファ手段から通知された各データフレームに関する情報と、前記  
チャネル状態管理手段から通知された無線チャネルに関する情報に基づき、デー  
20 タパケットを生成する1つまたは複数のデータフレームを決定し、1つまたは複  
数のデータフレームから空きチャネル数に応じた複数のデータパケットを生成す  
る方法を決定し、生成された複数のデータパケットを送信する無線チャネルを決  
定し、前記送信バッファ手段に対して出力するデータフレームを指定し、前記デ  
ータパケット生成部に対して前記送信バッファ手段から出力された1つまたは複  
25 数のデータフレームからデータパケットを生成する方法を通知し、前記パケット  
振り分け送信制御手段に対して前記データパケットと無線チャネルとの対応付け  
に必要な情報を通知するデータフレーム管理手段と

を備え、前記2つの無線局の間で、空き状態の複数の無線チャネルを用いて複  
数のデータパケットを並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(19) 請求項18に記載の無線パケット通信装置において、

前記各無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送する空間分割多重手段を含む

5      ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(20) 請求項18または請求項19に記載の無線パケット通信装置において、

前記データフレーム管理手段は、前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、1つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する制御を行う

10      ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(21) 請求項18または請求項19に記載の無線パケット通信装置において、

前記2つの無線局は無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な手段を含み、

前記データフレーム管理手段は、前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度に応じて、1つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する制御を行う

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(22) 請求項18または請求項19に記載の無線パケット通信装置において、

前記2つの無線局は無線チャネル毎に伝送速度の設定が可能な手段を含み、

20      前記データフレーム管理手段は、前記キャリアセンスにより同時に複数の無線チャネルが空き状態であることを検出した場合に、空き状態の複数の無線チャネルの伝送速度を同一の伝送速度に揃え、1つまたは複数のデータフレームからパケット長が揃った複数のデータパケットを生成する制御を行う

ことを特徴とする無線パケット通信装置。

25      (23) 請求項18または請求項19に記載の無線パケット通信装置において、

自局が少なくとも1つの無線チャネルで送信中のときに、空き状態の無線チャネルのうち送信中の無線チャネルからの漏洩電力の影響を受けない無線チャネルを選択する手段を含む

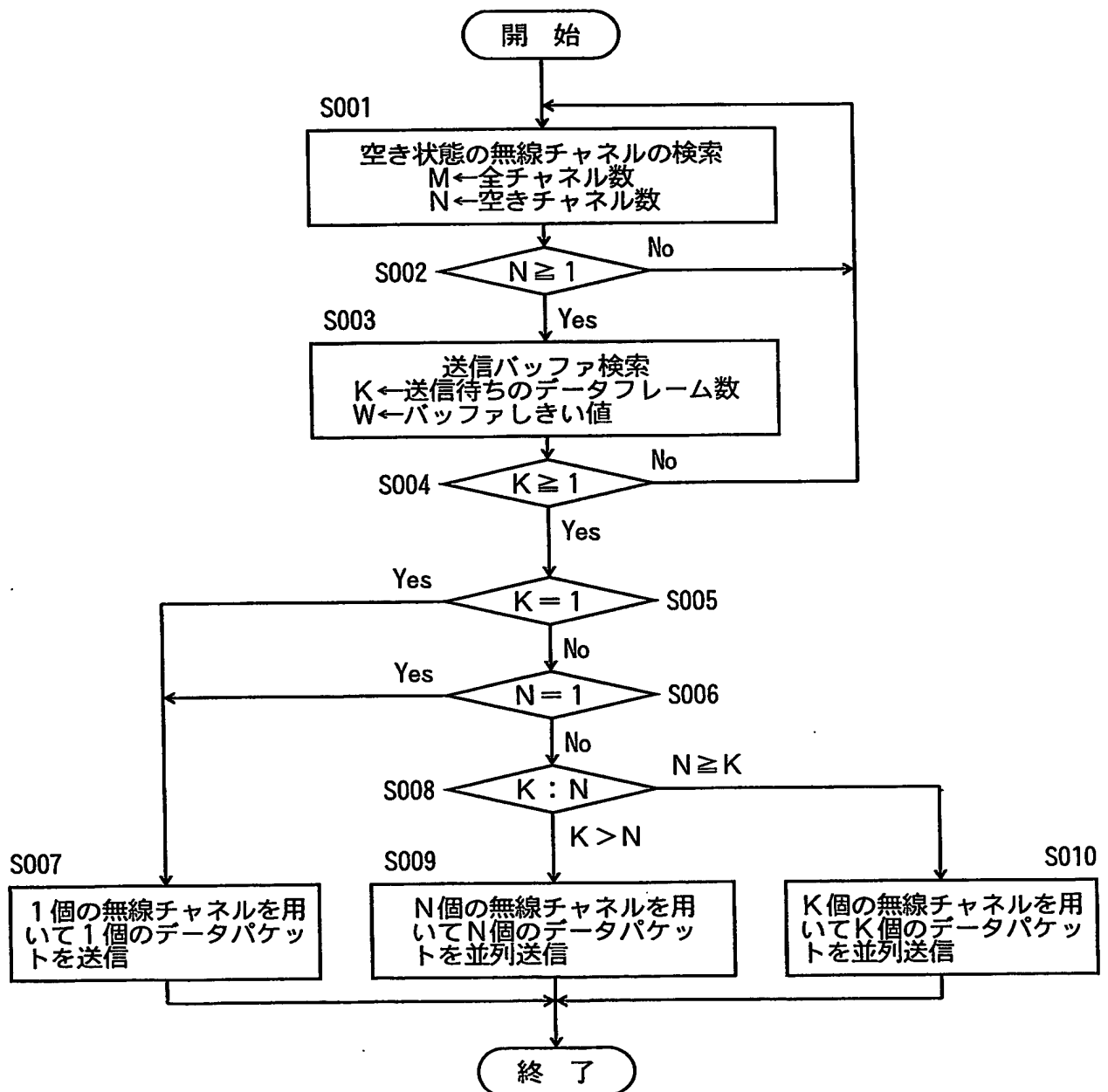
ことを特徴とする無線パケット通信装置。

(24) 請求項18または請求項19に記載の無線パケット通信装置において、  
自局が少なくとも1つの無線チャネルで送信中のときに、その送信が終了する  
までキャリアセンスを含む送信処理を禁止する手段を含む  
ことを特徴とする無線パケット通信装置。

- 5 (25) 請求項19に記載の無線パケット通信装置において、  
前記データフレーム管理手段は、空きチャネル数、各無線チャネルの空間分割  
多重、および送信待ちのデータフレーム数の少なくとも1つに基づいて、単一の  
無線チャネルを用い空間分割多重を用いない第1のモードと、単一の無線チャネ  
ルと空間分割多重を用いる第2のモードと、複数の無線チャネルを用い空間分割  
10 多重を用いない第3のモードと、複数の無線チャネルと空間分割多重を用いる第  
4のモードとのいずれかを選択する手段を含む  
ことを特徴とする無線パケット通信装置。

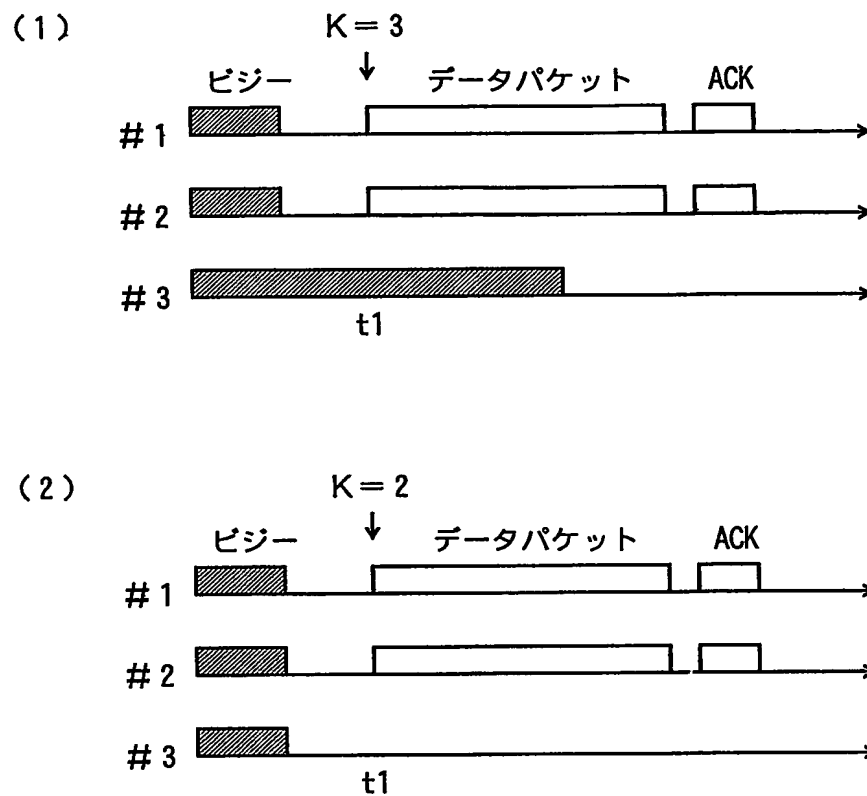
1 / 2 1

FIG. 1



2 / 2 1

FIG. 2



3 / 2 1

FIG. 3

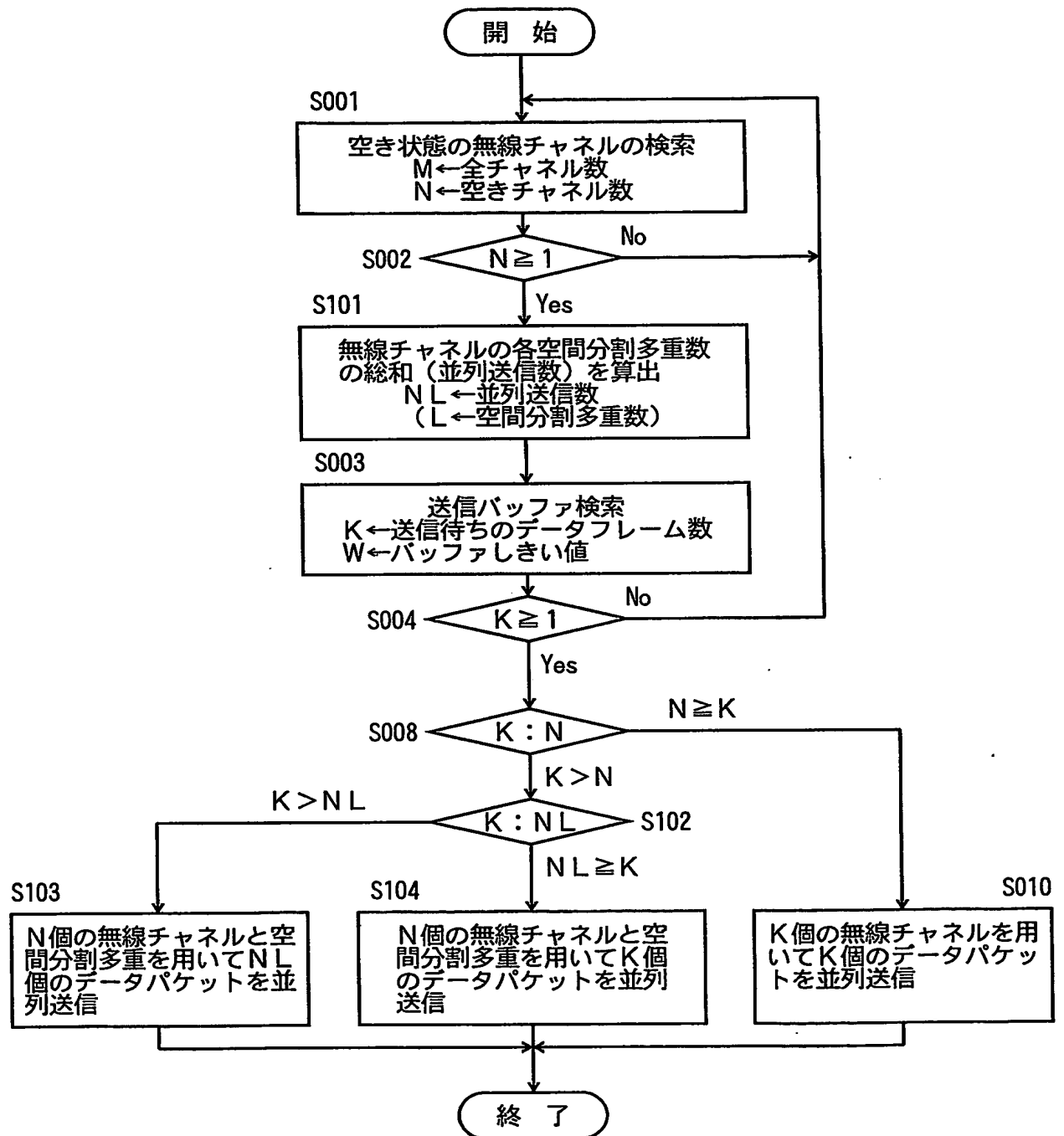
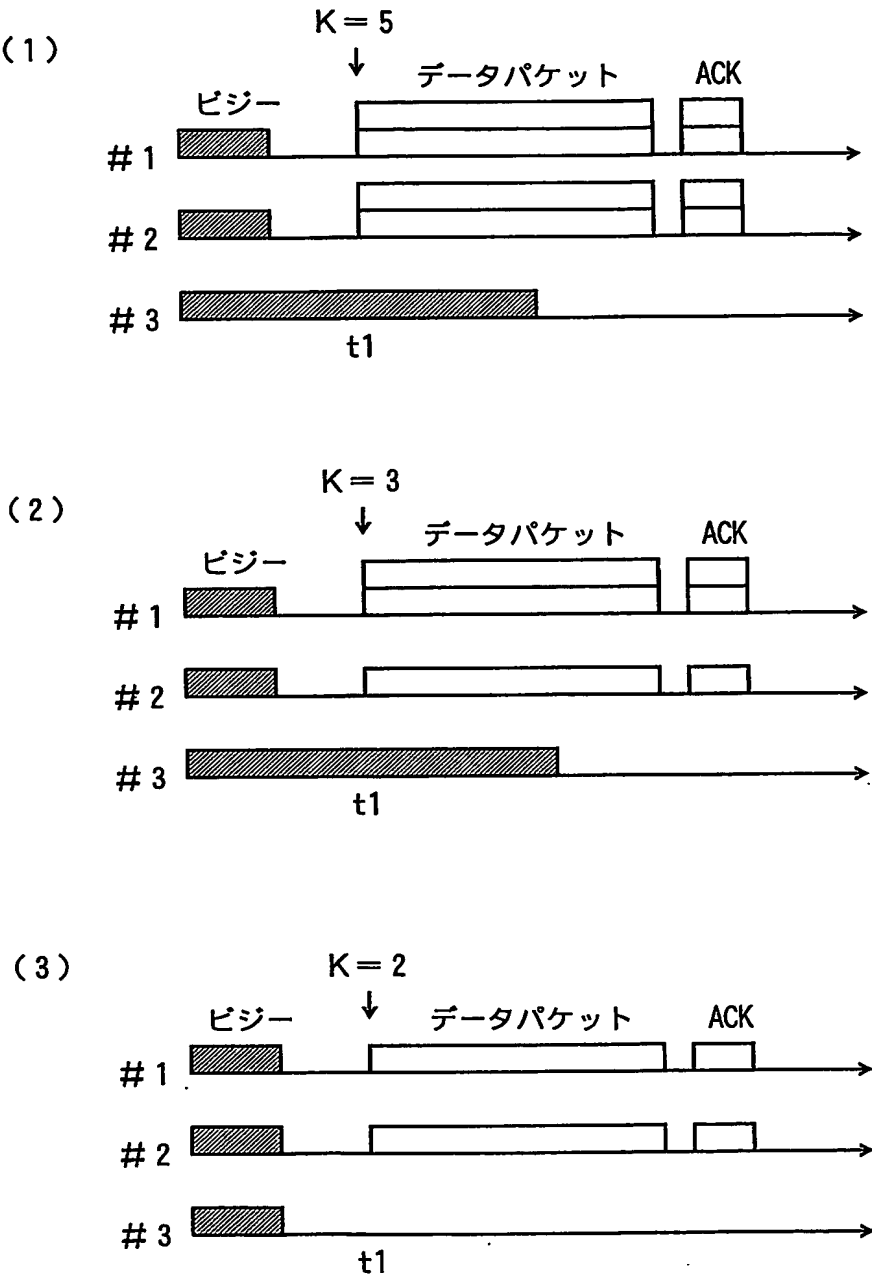


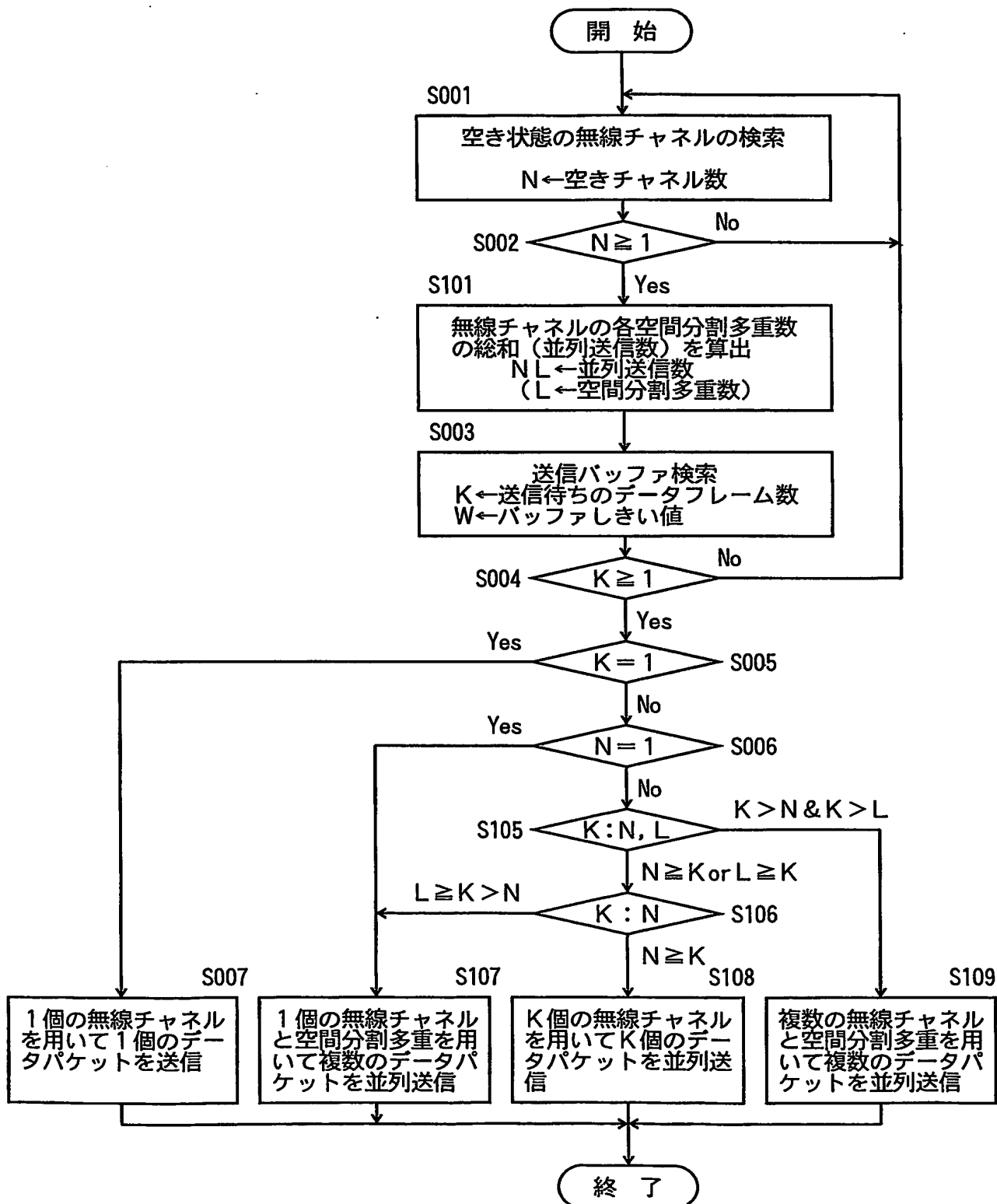


FIG. 4



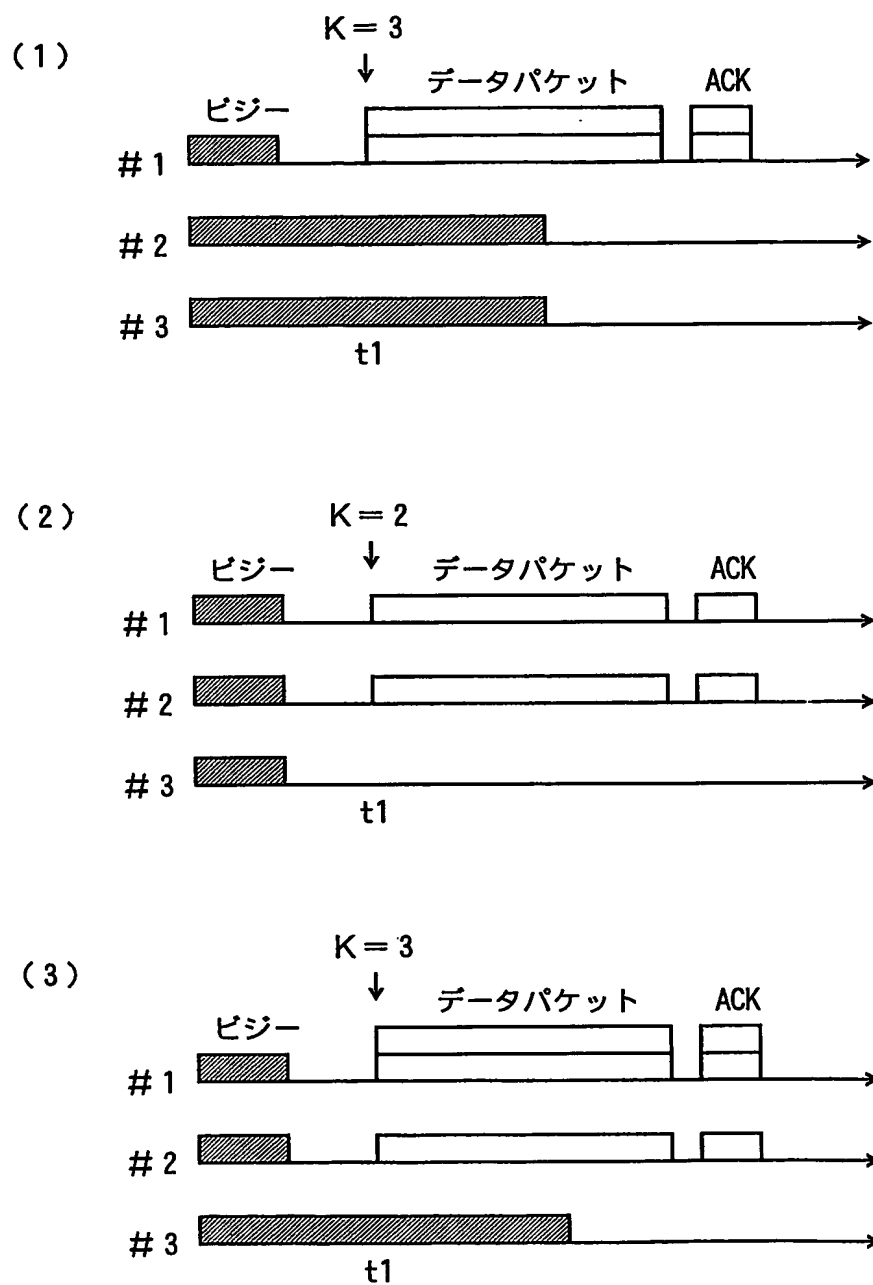
5 / 2 1

FIG. 5



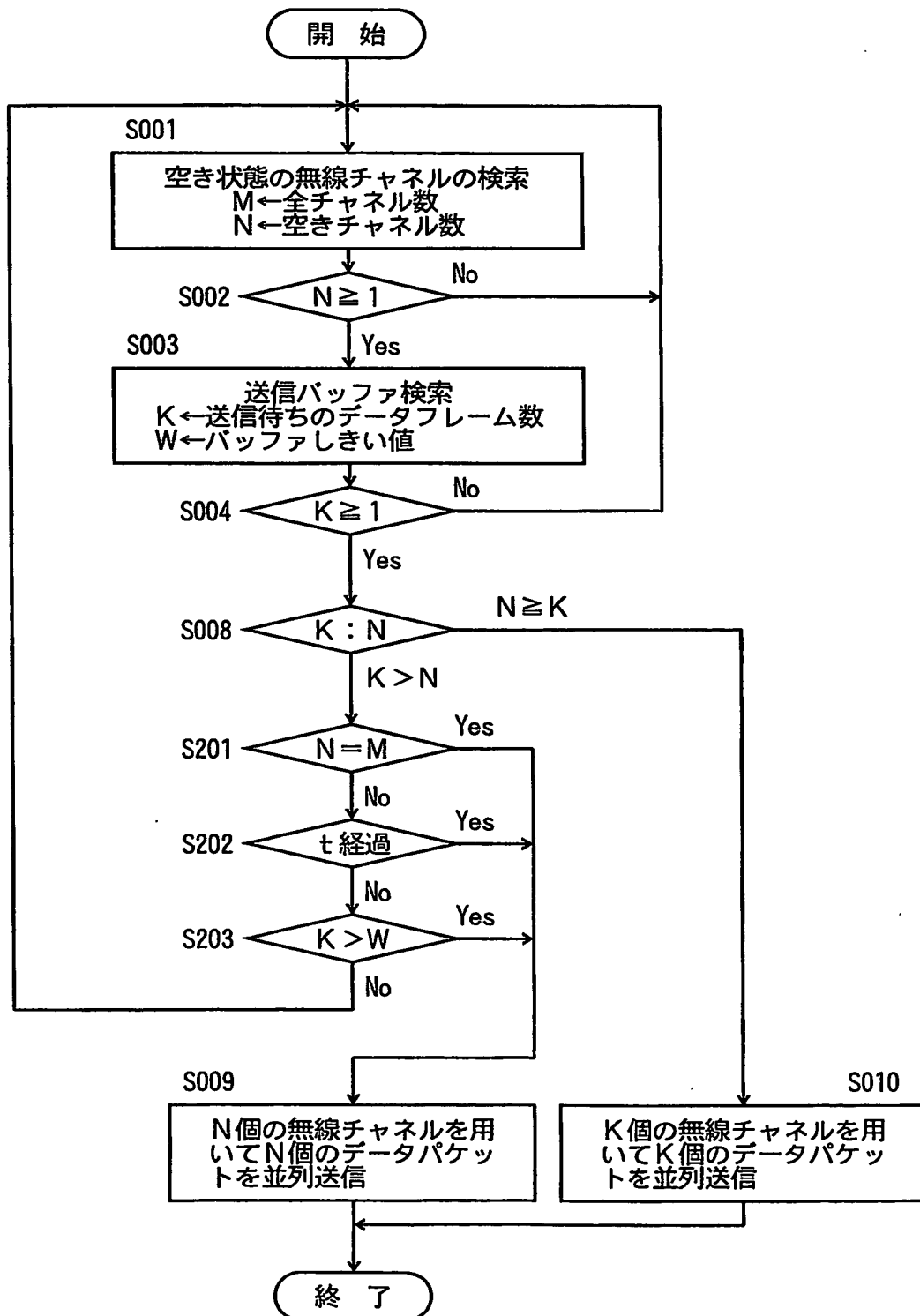
6 / 21

FIG. 6



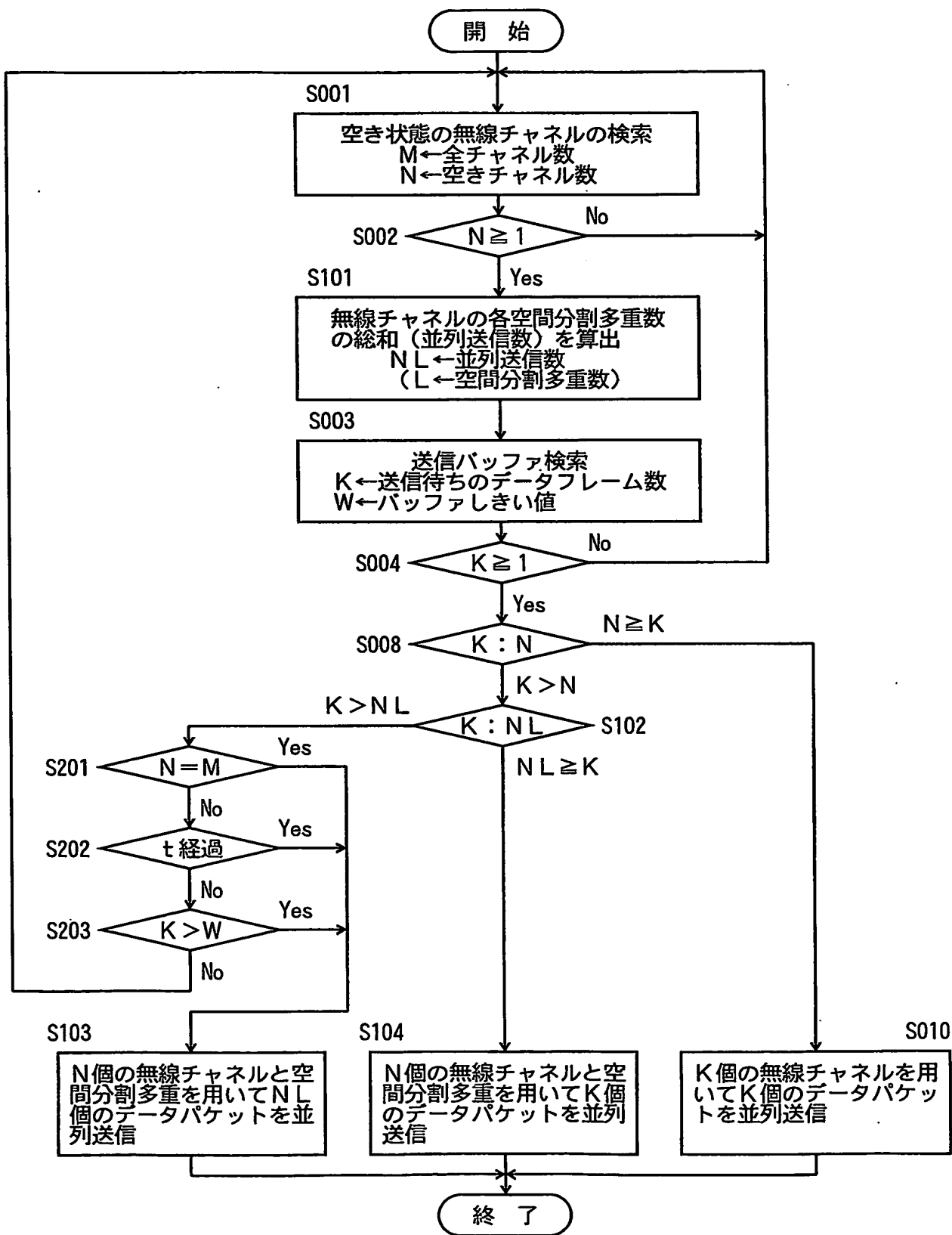
7 / 2 1

FIG. 7



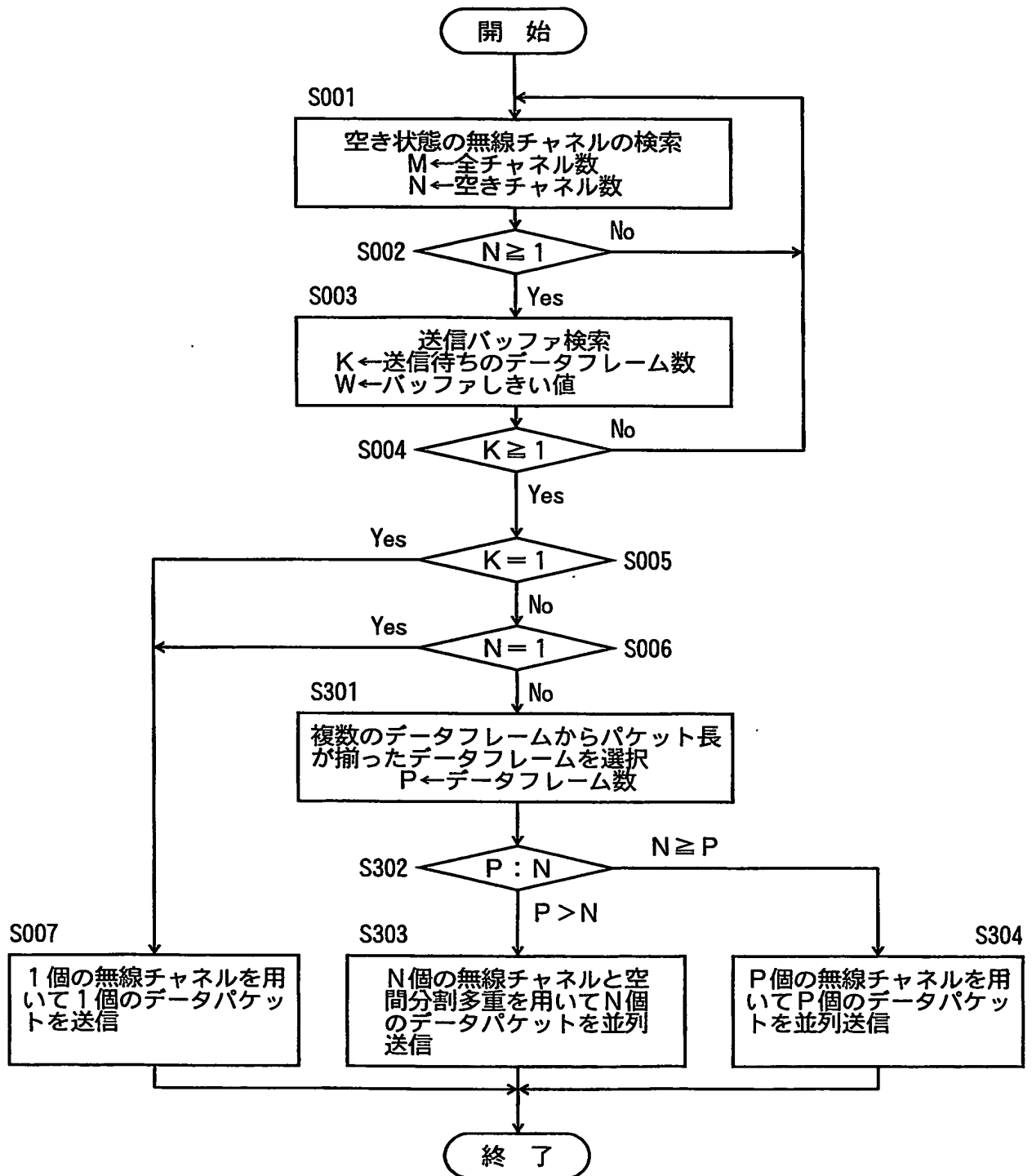
8 / 2 1

FIG. 8



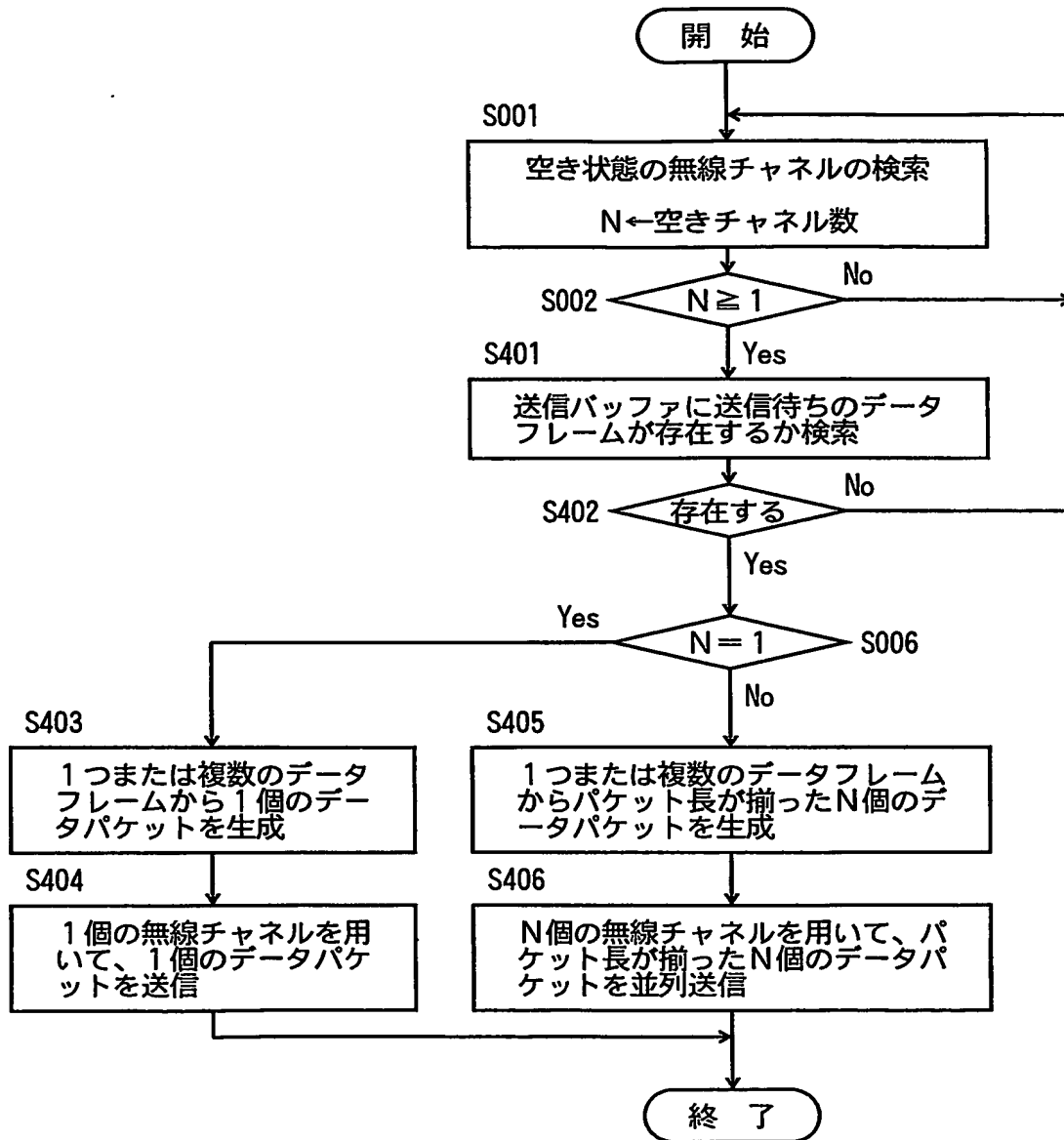
9 / 2 1

FIG. 9



10/21

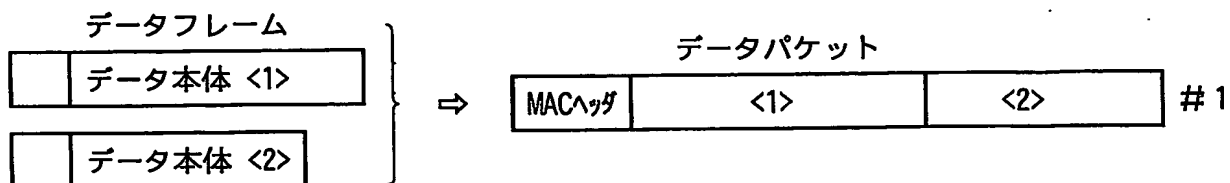
FIG. 10



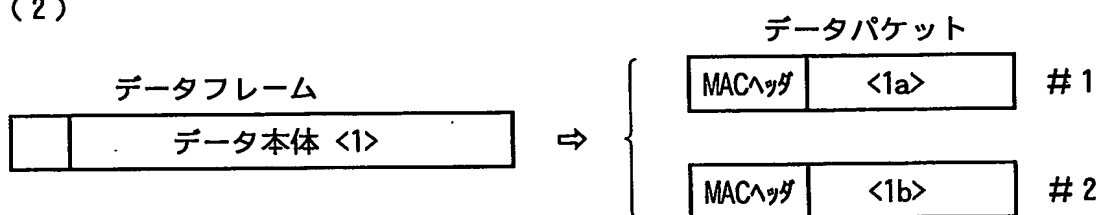
11/21

FIG. 11

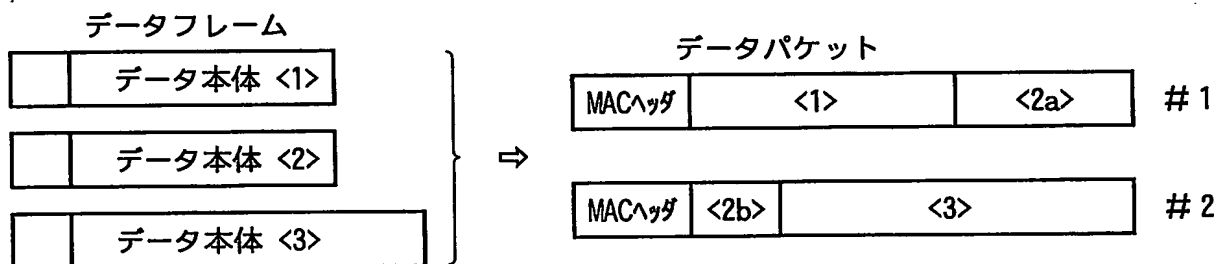
(1)



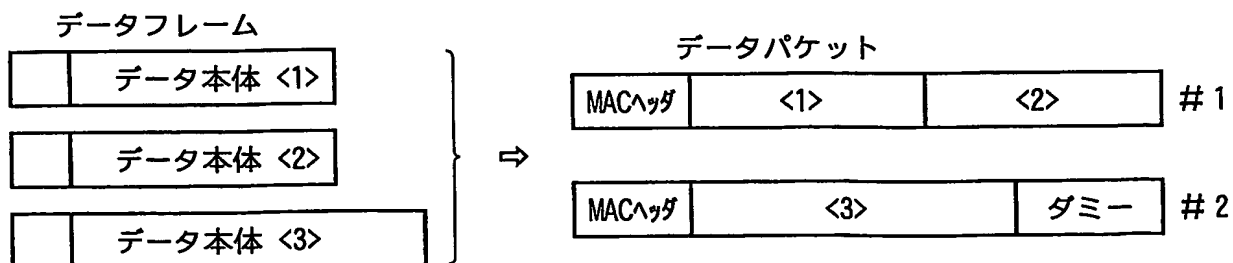
(2)



(3)



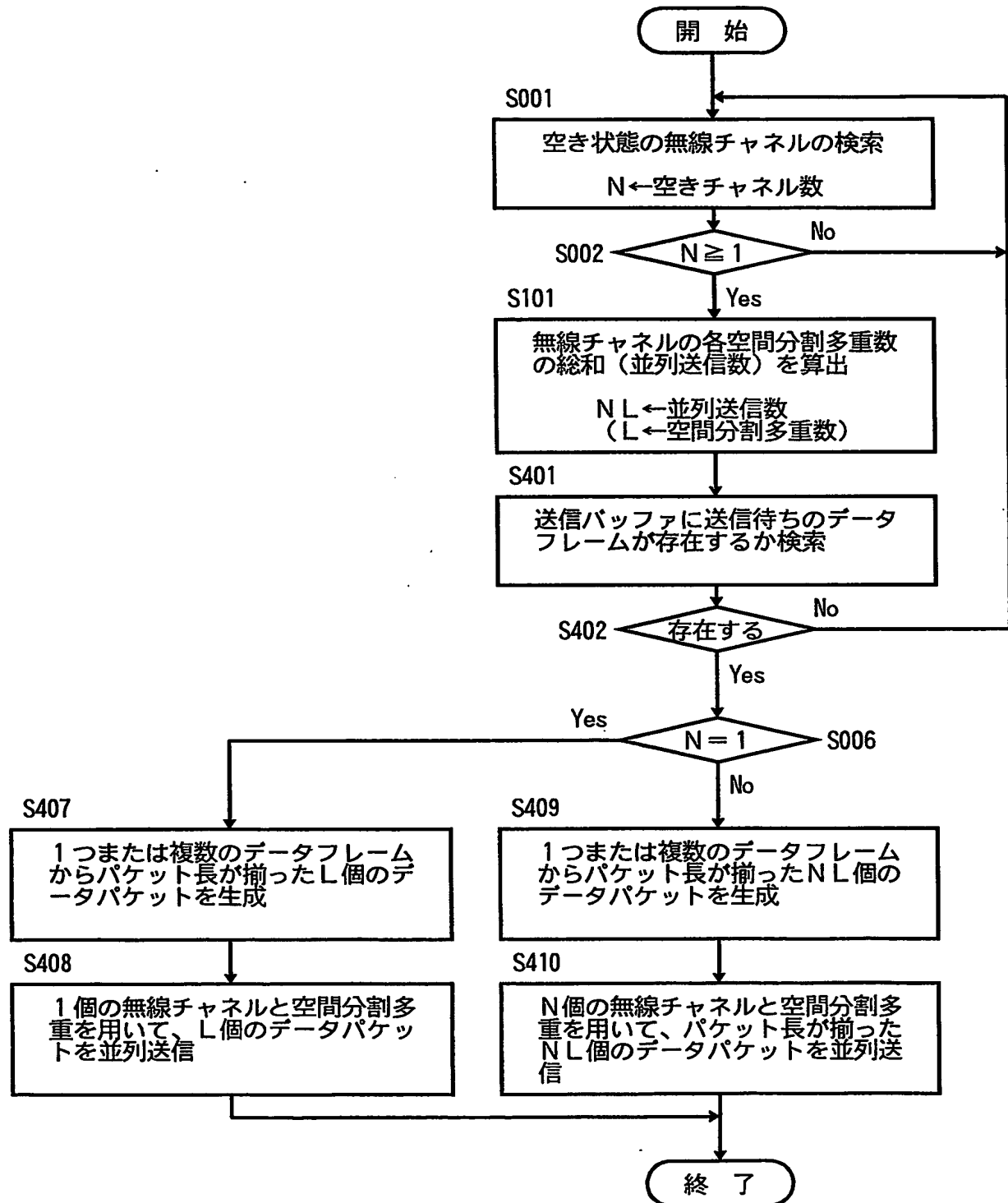
(4)





1 2 / 2 1

FIG. 1 2



13 / 21

FIG. 13

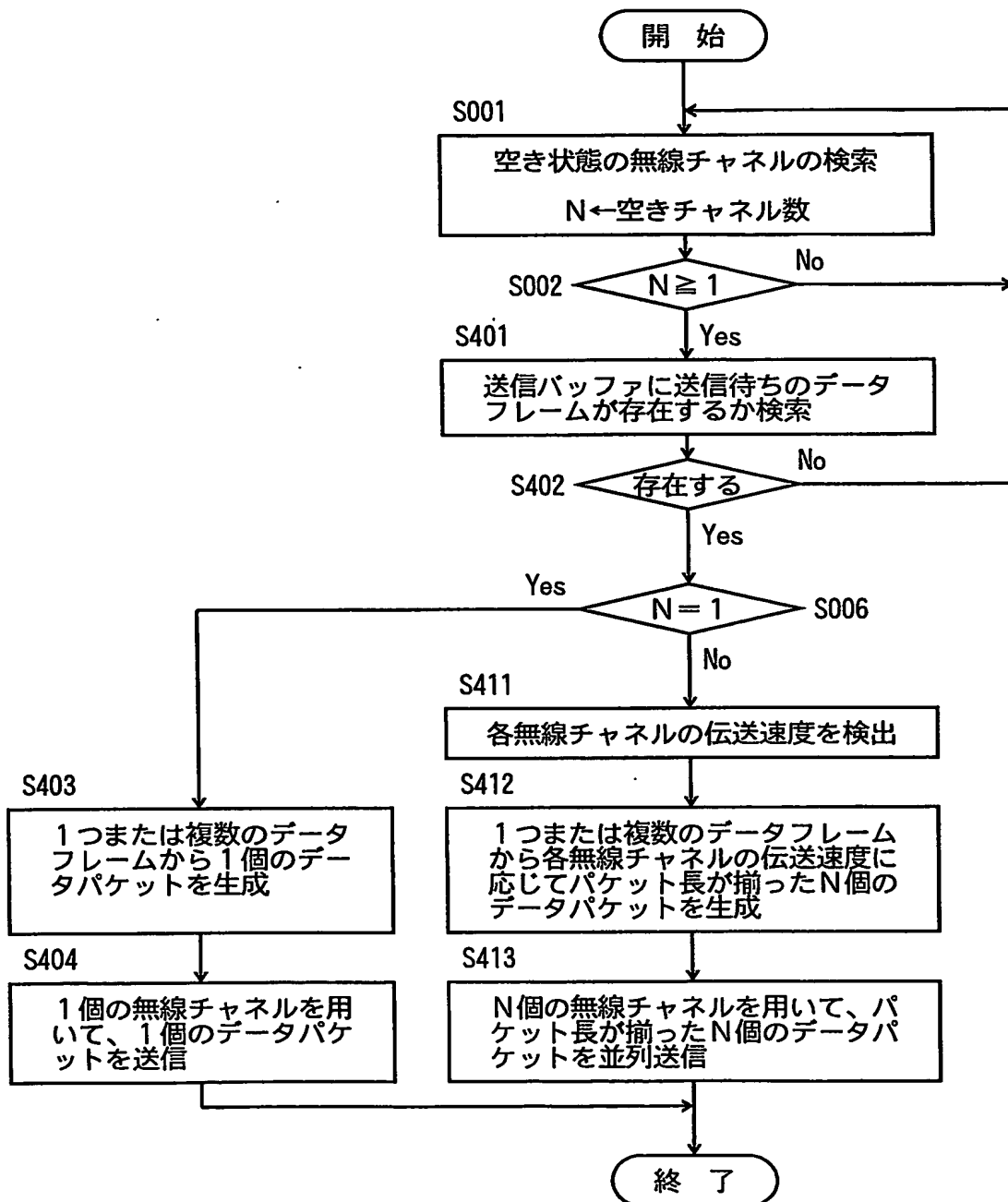
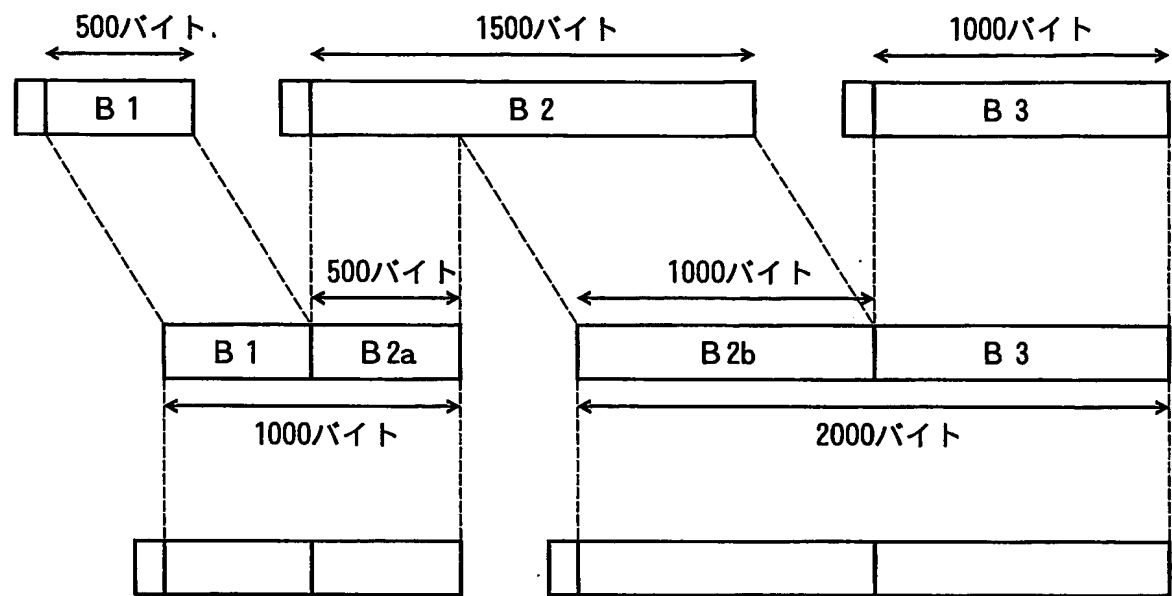
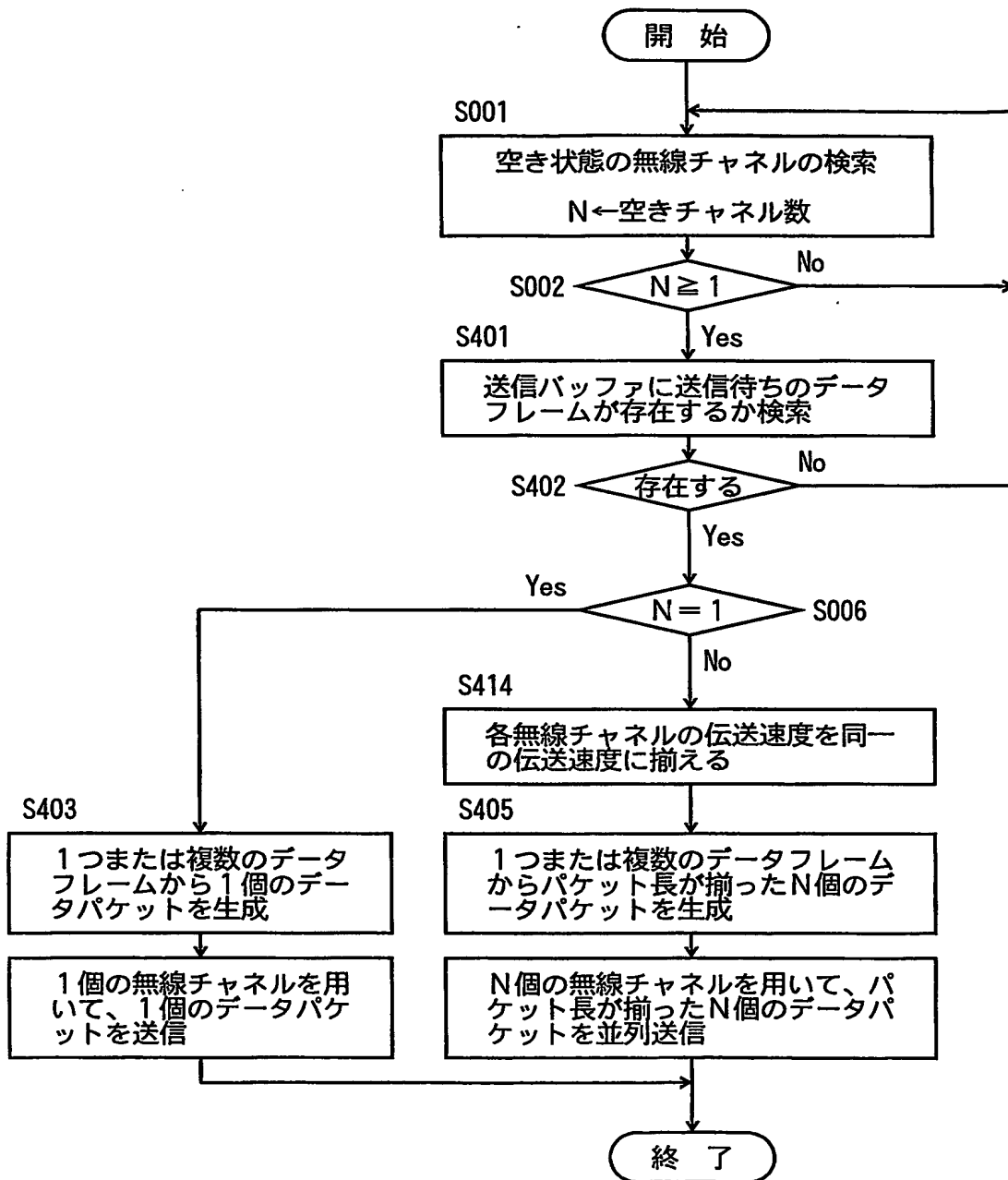


FIG. 1 4



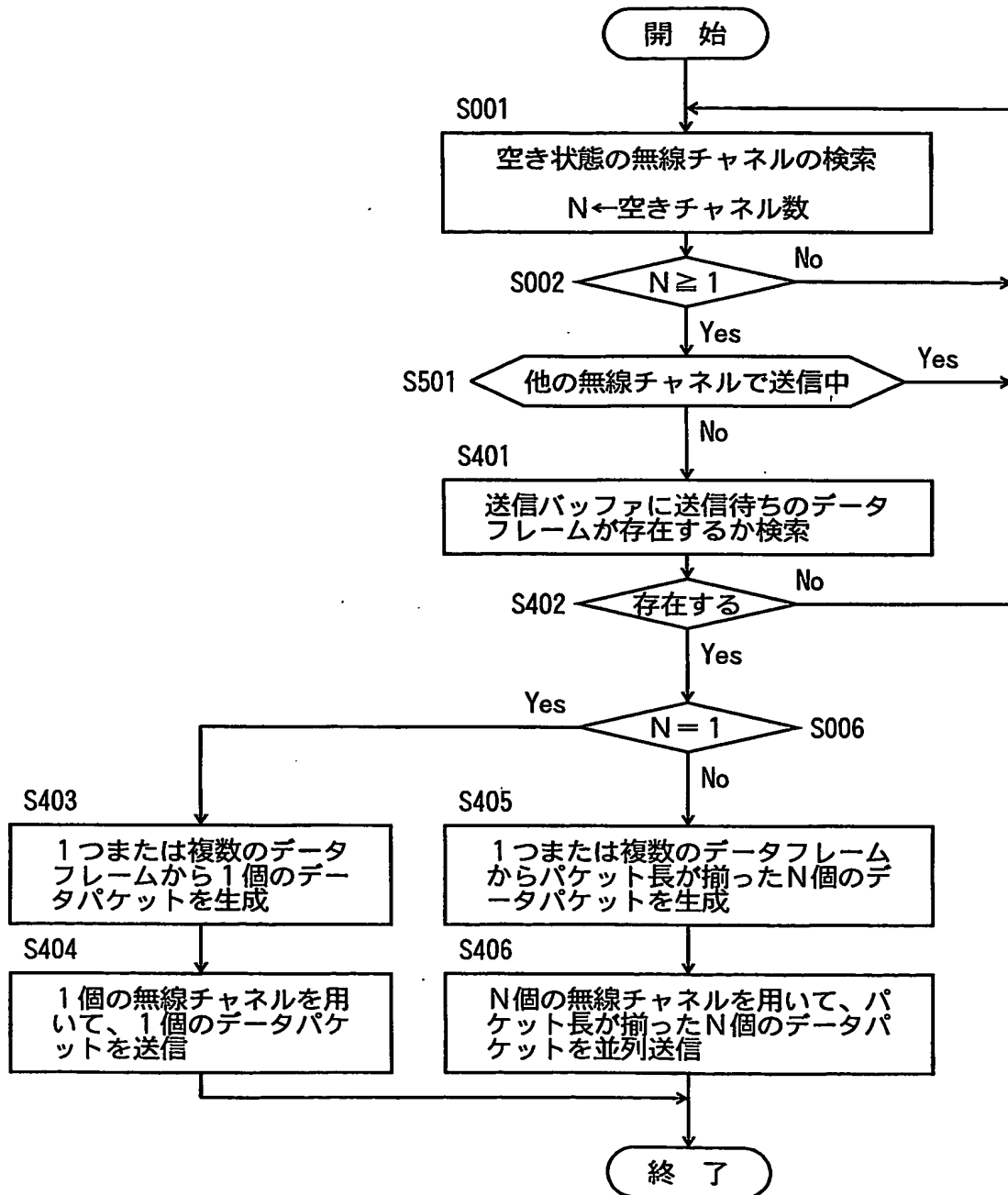
15 / 21

FIG. 15



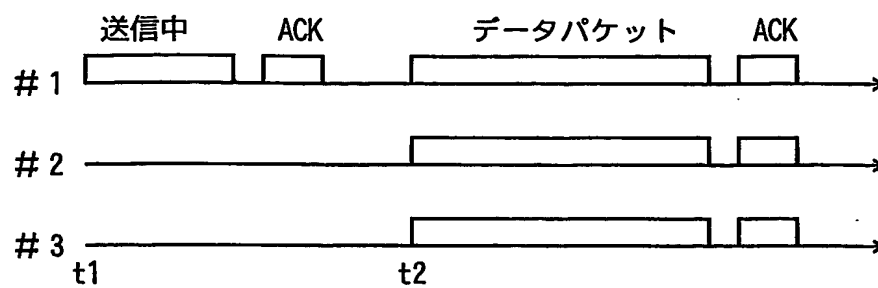
16/21

FIG. 16



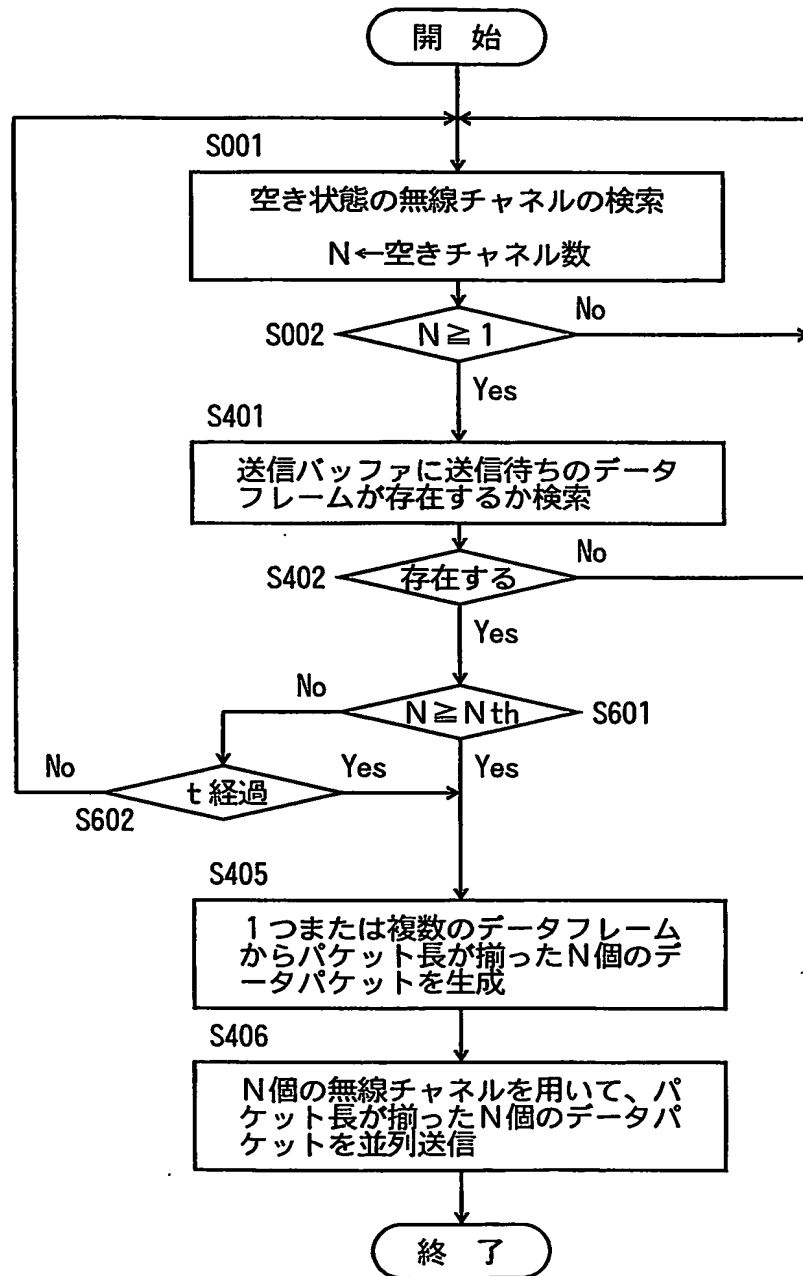
17/21

FIG. 17



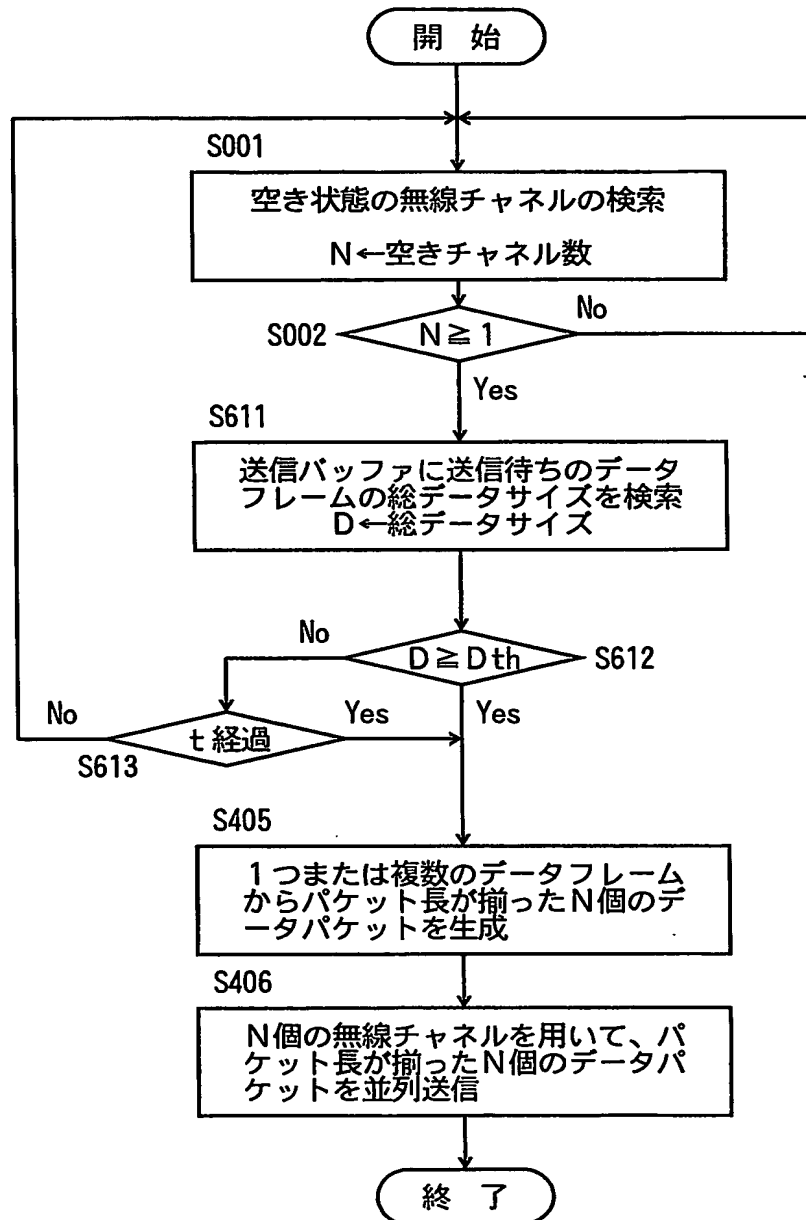
18 / 21

FIG. 18



19 / 21

FIG. 19





20/21

FIG. 20

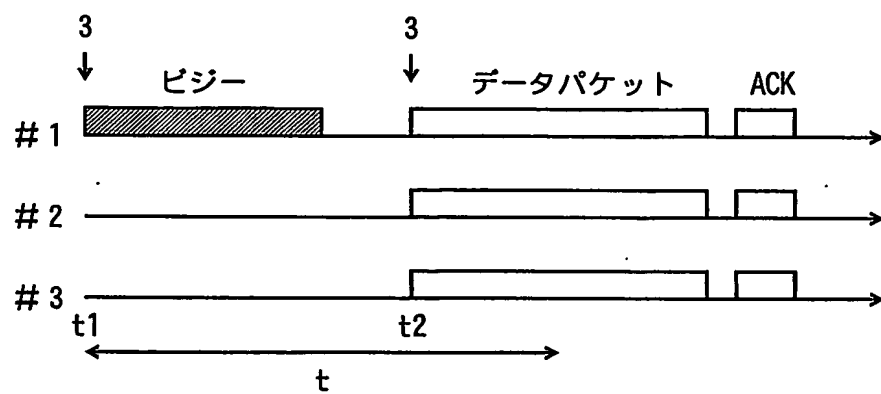


FIG. 21

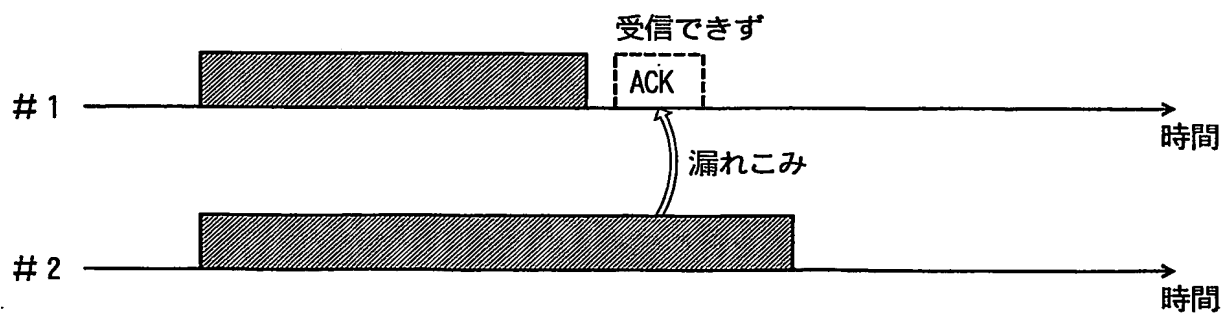
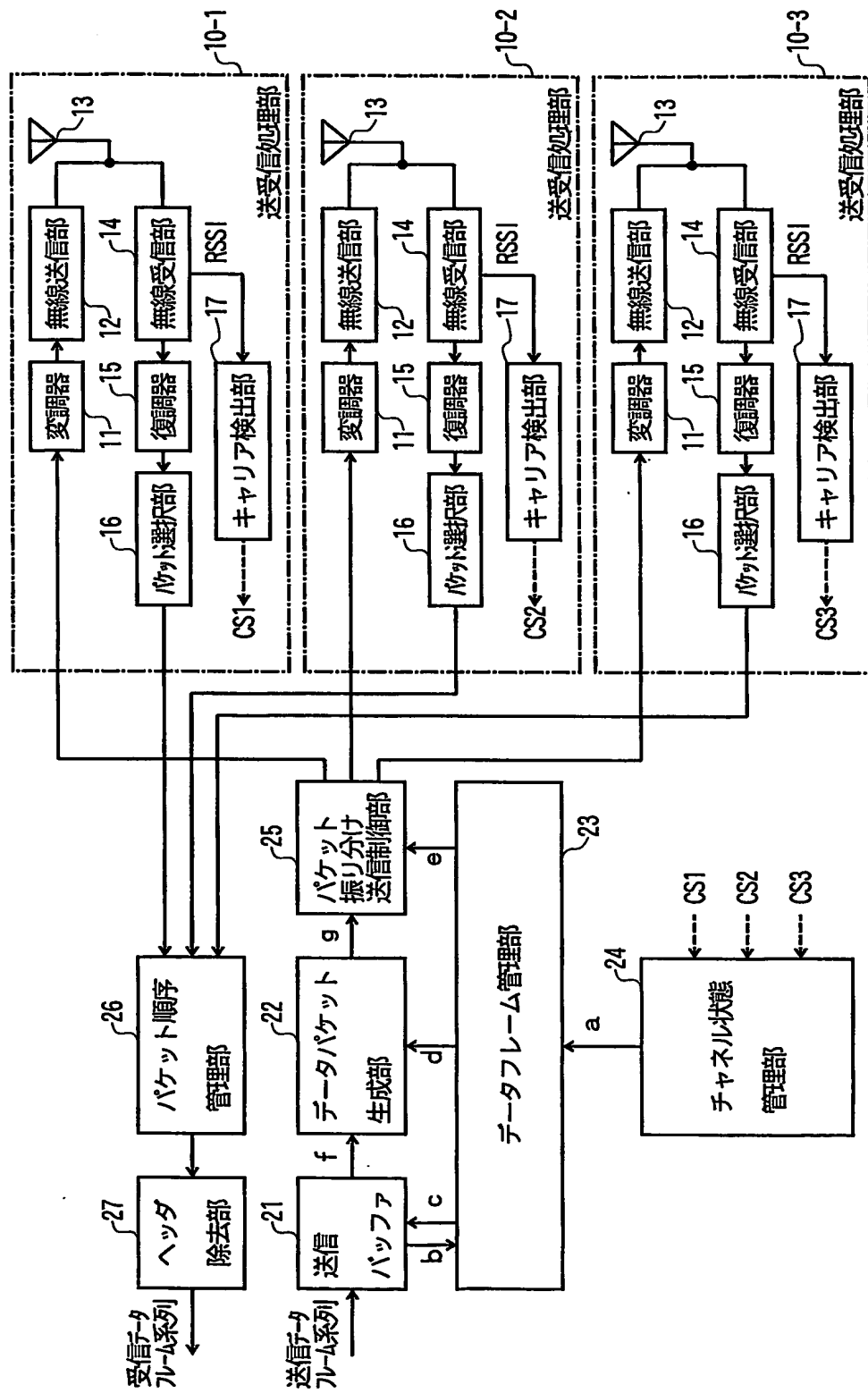


FIG. 22



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008910

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04J1/00, H04J15/00, H04L1/00, H04L12/56, H04L29/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04J1/00, H04J15/00, H04L1/00, H04L12/56, H04L29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 05-035624 A (Melco, Inc.), 12 February, 1993 (12.02.93), Full text; all drawings (Family: none)	1, 8. 2-7 9-25
X Y A	JP 2002-064459 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 28 February, 2002 (28.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1. 2-7 8-25
Y	JP 2003-101604 A (Sony Corp.), 04 April, 2003 (04.04.03), Full text; all drawings & US 2003/0074669 A1	2-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 July, 2004 (15.07.04)

Date of mailing of the international search report  
03 August, 2004 (03.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008910

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Satoshi KUROSAKI, Yusuke ASAI, Takatoshi SUGIYAMA, Masahiro UMEHIRA, "MIMO Channel ni yori 100Mbit/s o Jitsugen suru Kotaiiki Ido Tsushin'yo SDM-COFDM Hoshiki no Teian", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.101, No.370, 12 October, 2001 (12.10.01), pages 37 to 42	6, 7
Y	Satoshi KUROSAKI, Yusuke ASAI, Takatoshi SUGIYAMA, Masahiro UMEHIRA, "A SDM-COFDM Scheme Employing a Simple Feed-Forward Inter-Channel Interference Canceller for MIMO Based Broadband Wireless LANs", IEICE TRANSACTIONS on Communications, Vol.E86-B, No.1, 01 January, 2003 (01.01.03), pages 283 to 290	6, 7
A	JP 09-055776 A (KDD Kabushiki Kaisha), 25 February, 1997 (25.02.97), Par. No. [0021] & JP 3462314 B2	1-25
A	JP 11-154989 A (Nihon Denki Idotsushin Kabushiki Kaisha), 08 June, 1999 (08.06.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-25

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J 1/00, H04J15/00Int. Cl<sup>7</sup> H04L 1/00, H04L12/56, H04L29/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04J 1/00, H04J15/00Int. Cl<sup>7</sup> H04L 1/00, H04L12/56, H04L29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2004年

日本国登録実用新案公報 1994年-2004年

日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 05-035624 A (株式会社メルコ), 1993.02.12 全文, 全図 (ファミリーなし)	1,8 2-7 9-25
X Y A	JP 2002-064459 A (日本電信電話株式会社), 2002.02.28 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 2-7 8-25

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.07.04

国際調査報告の発送日

03.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5K

9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-101604 A (ソニー株式会社), 2003.04.04 全文, 全図 & US 2003/0074669 A1	2-7
Y	黒崎聰, 浅井裕介, 杉山隆利, 梅比良正弘, “MIMOチャネルにより 100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 101, No. 370, 2001.10.12, pp. 37-42	6, 7
Y	Satoshi KUROSAKI, Yusuke ASAI, Takatoshi SUGIYAMA, Masahiro UMEHIRA, “A SDM-COFDM Scheme Employing a Simple Feed-Forward Inter-Channel Interference Canceller for MIMO Based Broadband and Wireless LANs”, IEICE TRANSACTIONS on Communications, VOL. E86-B, NO.1, 2003.01.01, pp. 283-290	6, 7
A	JP 09-055776 A (国際電信電話株式会社), 1997.02.25 第0021段落 & JP 3462314 B2	1-25
A	JP 11-154989 A (日本電気移動通信株式会社), 1999.06.08 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25